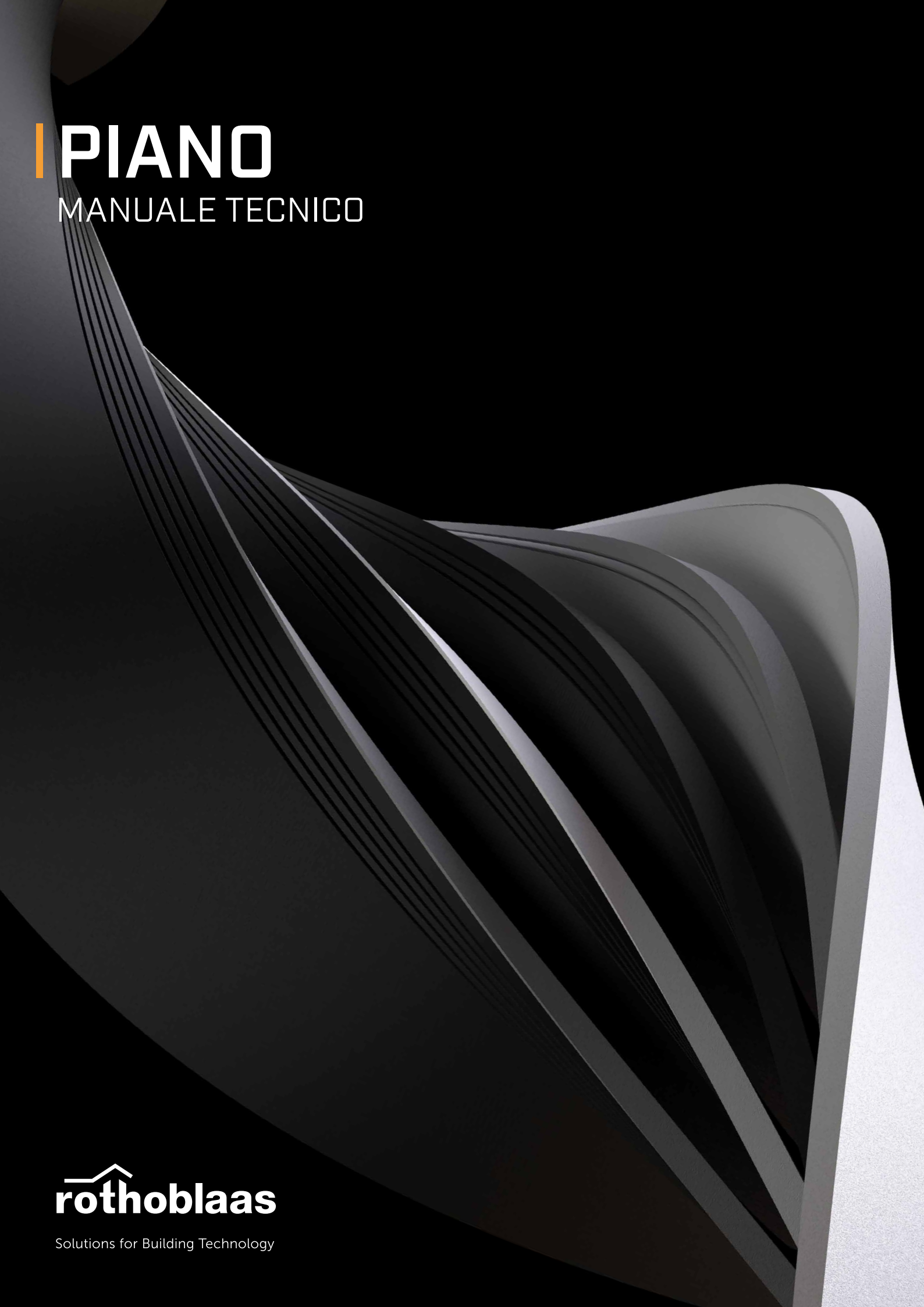




PIANO

MANUALE TECNICO

INDICE

PIANO	4
SCELTA DEL PRODOTTO E DETERMINAZIONE DI K_{ij}	8
VALUTAZIONE TECNICA EUROPEA (ETA)	10
IL MODELLO CEN (EN ISO 12354)	32
DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI K_{ij} DI STRUTTURE IN LEGNO	33
IL METODO SEMPLIFICATO.....	34
GIUNTO A T PARETI PERIMETRALI	36
GIUNTO A T PARETI PERIMETRALI	37
SOLUZIONI PER SOLAI LEGGERI	38
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO 1.....	39
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO 2.....	40
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO 2 - ANALISI COMPARATIVA.....	41
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO IN X-LAM 3.....	42
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO IN X-LAM 4.....	43
MISURAZIONE IN LABORATORIO SOLAIO A TELAIO 1.....	44

CODICI E DIMENSIONI

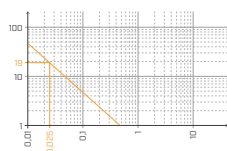
CODICE	B [mm]	L [m]	s [mm]	pz.
PIANOA4040	80	10	6	1
PIANOA5050	100	10	6	1
PIANOA6060	120	10	6	1
PIANOA140	140	10	6	1
PIANOB4040	80	10	6	1
PIANOB5050	100	10	6	1
PIANOB6060	120	10	6	1
PIANOB140	140	10	6	1
PIANOC080	80	10	6	1
PIANOC100	100	10	6	1
PIANOC120	120	10	6	1
PIANOC140	140	10	6	1
PIANOD080	80	10	6	1
PIANOD100	100	10	6	1
PIANOD120	120	10	6	1
PIANOD140	140	10	6	1
PIANOE080	80	10	6	1
PIANOE100	100	10	6	1
PIANOE120	120	10	6	1
PIANOE140	140	10	6	1



Prestazioni meccaniche e comportamento elastico **testato secondo ETA**

- risposta elastica del profilo applicato negli edifici
- risposta elastica del profilo come antivibrante

pag. 10



Antivibrante

PIANO attenua le vibrazioni sia in condizioni statiche che dinamiche grazie alla sua capacità di assorbire e dissipare l'energia del sistema:

- applicazione con carichi statici (es. edifici)
- applicazione con carichi dinamici (macchine, ponti)

pag. 12

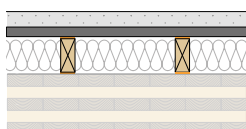


Valori di K_{ij} inseriti in ETA

K_{ij} testato per tutte le durezze e con adeguato sistema di fissaggio

pag. 36

$\Delta_{l,ij} > 4 \text{ dB}$



Solai leggeri

PIANO A è stato testato in accoppiata ai listelli di nervatura dei solai leggeri. Miglioramento misurato **7 dB**.

pag. 40



CONFRONTO PRODOTTI

prodotti	spessore	miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}^{(1)}$	modulo elastico in compressione E_c
PIANO A 	6 mm	> 4 dB	0,23 N/mm ²
PIANO B 	6 mm	> 4 dB	1,08 N/mm ²
PIANO C 	6 mm	> 4 dB	7,92 N/mm ²
PIANO D 	6 mm	> 4 dB	22,1 N/mm ²
PIANO E 	6 mm	> 4 dB	24,76 N/mm ²

LEGENDA:

-  carico per ottimizzazione acustica
-  compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo)

modulo elastico dinamico $E'_{5\text{Hz}} - E'_{50\text{Hz}}$	fattore di smorzamento $\tan\delta_{5\text{Hz}} - \tan\delta_{50\text{Hz}}$	carico acustico / carico massimo applicabile ⁽²⁾												
		0	5	10	15	20	25	30	35					
0,5 N/mm ² - 0,5 N/mm ²	0,186 - 0,238	carico acustico [N/mm ²]												
		0,008 0,052												
		carico massimo applicabile [N/mm ²]												
		0,008 0,15												
1,75 N/mm ² - 2,07 N/mm ²	0,308 - 0,372	carico acustico [N/mm ²]												
		0,04 0,286												
		carico massimo applicabile [N/mm ²]												
		0,04 0,85												
9,35 N/mm ² - 11,61 N/mm ²	0,272 - 0,306	carico acustico [N/mm ²]												
		0,26 1,4												
		carico massimo applicabile [N/mm ²]												
		0,26 12,07												
20,3 N/mm ² - 25,81 N/mm ²	0,297 - 0,349	carico acustico [N/mm ²]												
		1,2 2,28												
		carico massimo applicabile [N/mm ²]												
		1,2 16,9												
54,8 N/mm ² - 67,08 N/mm ²	0,243 - 0,253	carico acustico [N/mm ²]												
		1,8 3,2												
		carico massimo applicabile [N/mm ²]												
		1,8 17,07												

⁽¹⁾ $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$

⁽²⁾ Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione.

SCELTA DEL PRODOTTO E DETERMINAZIONE DI K_{ij}

PROGETTAZIONE DEL PROFILO CORRETTO IN FUNZIONE DEL CARICO

I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale: di seguito le indicazioni su come procedere con la valutazione del prodotto.

Si consiglia di sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale.

$$Q_{\text{lineare}} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$$

È inoltre necessario ragionare sulle condizioni d'esercizio e non sulle condizioni di stato limite ultimo. Questo perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane e non durante un evento sismico o altri carichi con fini di dimensionamento strutturale.

SCELTA DEL PRODOTTO

La scelta del prodotto può essere fatta anche mediante le tabelle d'impiego (vedi per esempio la tabella seguente, relativa al prodotto PIANO).



TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANOA4040	80	0,64	4,16	0,008	0,052	0,2	1,35	0,15
	40 (divided)	0,32	2,08					
PIANOA5050	100	0,8	5,2					
	50 (divided)	0,4	2,6					
PIANOA6060	120	0,96	6,24					
	60 (divided)	0,48	3,12					
PIANOA140	140	1,12	7,28					

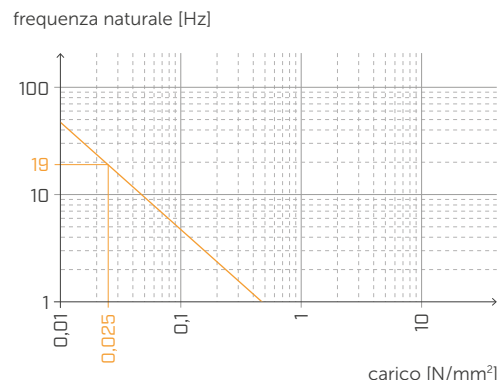
Nota: Viene valutato il comportamento statico del materiale in compressione, considerando che le deformazioni dovute ai carichi sono statiche. Questo perché un edificio non presenta fenomeni rilevanti di spostamento, né deformazioni dinamiche.

Rothoblaas ha scelto di definire un range di carico che garantisca buone prestazioni acustiche ed eviti eccessive deformazioni e movimenti differenziali nei materiali, rivestimenti finali dell'edificio compresi. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE

Individuati i carichi, si deve capire quale sia la frequenza di progetto, ovvero la frequenza eccitante dell'elemento sulla quale voglio isolare la struttura. Di seguito si riporta un esempio per rendere più semplice e fruibile la spiegazione.

Supponiamo ci sia un carico di $0,025 \text{ N/mm}^2$ che agisce sul profilo. In questo caso si è preso il prodotto PIANO A, poiché il carico non è particolarmente elevato. Dalla lettura del grafico si evince che il profilo presenta una frequenza di risonanza intorno ai 19 Hz.



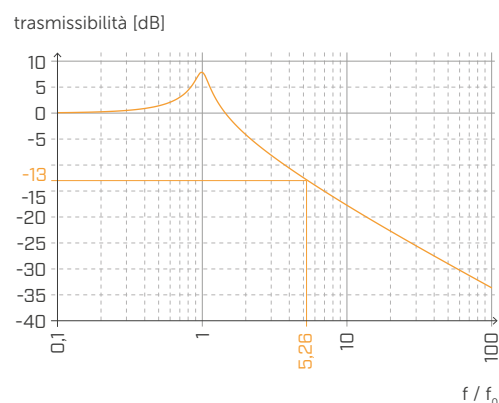
A questo punto si può calcolare la trasmissibilità del prodotto in queste condizioni di carico riferendosi alla frequenza di progetto di 100 Hz.

$$\text{trasmissibilità} = f/f_0 = 5,26$$

Quindi si ricorre al grafico della trasmissibilità posizionando il valore 5,26 da calcolo sull'asse delle ascisse e si interseca la curva della trasmissibilità.

Ne risulta che la trasmissibilità del materiale è negativa, ovvero che il materiale riesce ad isolare -13 dB circa.

LA TRASMISSIBILITÀ È POSITIVA QUANDO IL MATERIALE TRASMETTE E DIVENTA NEGATIVA QUANDO IL PROFILO INIZIA AD ISOLARE. Quindi questo valore si deve leggere come se il prodotto, così caricato, isolasse 13 dB ad una frequenza di riferimento di 100 Hz.

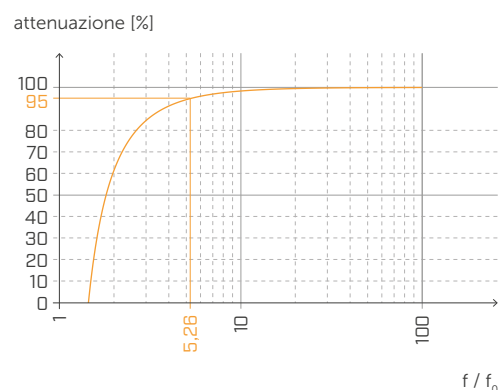


La stessa cosa si può fare usando il grafico dell'attenuazione; si ottiene la percentuale di vibrazioni attenuate alla frequenza di progetto iniziale. Anche l'attenuazione viene calcolata con le condizioni di carico riferite alla frequenza di progetto di 100 Hz.

$$\text{attenuazione} = f/f_0 = 5,26$$

Si ricorre al grafico posizionando il valore calcolato di 5,26 sull'asse delle ascisse e si interseca la curva dell'attenuazione.

Ne risulta che l'attenuazione del materiale è ottimale, ovvero che il materiale riesce ad isolare più del 95% della trasmissione.



Sostanzialmente con questi due diversi input si raggiunge lo stesso risultato, ma nel caso venga impostata la deformazione, si parte da una performance meccanica e non acustica.

Alla luce di queste considerazioni, Rothoblaas consiglia di partire sempre dalla frequenza di progetto e dai carichi in gioco per poter ottimizzare il materiale in funzione alle condizioni reali.

VALUTAZIONE TECNICA EUROPEA (ETA)

La valutazione tecnica europea (ETA) fornisce una procedura **indipendente a livello europeo** per valutare le caratteristiche prestazionali essenziali dei prodotti da costruzione non standard.



OBIETTIVITÀ E INDIPENDENZA

Solo gli organismi di valutazione tecnica (TAB) indipendenti possono rilasciare ETA. La valutazione indipendente rafforza la credibilità delle informazioni sulle prestazioni del prodotto, migliora la **trasparenza del mercato** e garantisce che i valori dichiarati siano testati secondo **precisi standard** adeguati all'uso previsto per il prodotto.



TRASPARENZA

Gli ETA forniscono **informazioni affidabili sulle prestazioni del prodotto** confrontabili in tutta Europa sulla base di specifiche tecniche armonizzate, i documenti di valutazione europei (EAD). Gli ETA rendono i prodotti da costruzione **comparabili in tutto lo spazio economico europeo** fornendo informazioni dettagliate sulle prestazioni del prodotto.

PARAMETRI TESTATI SECONDO ETA

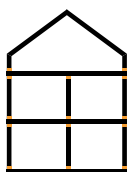
MODULO ELASTICO STATICO E DINAMICO

Molti prodotti sul mercato sono stati testati per determinare il modulo elastico dinamico e il fattore di smorzamento al fine di fornire i grafici di trasmissibilità in funzione della frequenza naturale del profilo resiliente.

In assenza di una norma comune, ogni produttore segue una procedura differente e spesso la norma utilizzata e il setup di prova non vengono dichiarati.



Considerando la destinazione d'uso di **PIANO**, il modulo elastico dinamico e il fattore di smorzamento devono essere determinati in compressione (non avrebbe senso la loro definizione secondo altre modalità di deformazione). Il modulo elastico dinamico e il fattore di smorzamento sono misurati in condizioni dinamiche e sono rilevanti per la riduzione delle vibrazioni nelle apparecchiature di servizio o in altre fonti di vibrazioni.



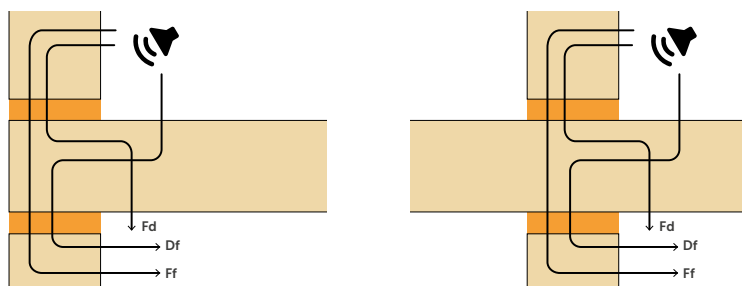
Negli edifici **PIANO** è soggetto a carico statico e quasi statico, quindi il modulo elastico dinamico non è così rappresentativo del comportamento reale del prodotto.

I test dimostrano che l'attrito del profilo potrebbe influenzare il valore di modulo elastico e per questo motivo è necessario eseguire sempre le misurazioni con e senza un lubrificante per avere un valore indipendente dalle condizioni al contorno (senza attrito) e un valore rappresentativo delle condizioni operative in situ (con attrito).



INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI - K_{ij}

A causa della mancanza di uno standard comune, ogni produttore fornisce valori K_{ij} testati in una configurazione diversa (tipo di giunzione, numero di sistemi di fissaggio, ecc.). È importante chiarire l'impostazione dei test e le condizioni al contorno impiegate perché il risultato è fortemente influenzato dalle molte variabili che definiscono il giunto.



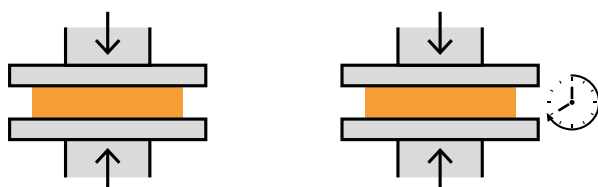
Nella valutazione tecnica europea i risultati vengono espressi in modo chiaro, per evitare ambiguità della configurazione.



SOLLECITAZIONE E DEFORMAZIONE IN COMPRESSIONE

Da un punto di vista statico è importante fornire lo **sforzo di compressione in funzione della deformazione** (es.: 1 mm, 2 mm e 3 mm di compressione) in modo da limitare la massima deformazione e il possibile cedimento strutturale.

I profili resilienti sono soggetti a un carico costante durante la loro vita lavorativa, per questo è importante stimare il **comportamento a lungo termine** sia per ragioni statiche (per evitare cedimenti differenziali nella struttura) che e per ragioni acustiche (una striscia resiliente schiacciata non ha la stessa risposta elastica e di conseguenza le prestazioni acustiche decadono).



Per lo stesso motivo è importante valutare lo **spessore finale del prodotto** dopo la compressione per un determinato tempo e dopo un periodo di recupero.



Rothoblaas ha investito nello sviluppo di soluzioni che seguano un approccio multidisciplinare e che tengano in considerazione la realtà del cantiere. Misure di laboratorio, prove statiche e controllo dell'umidità permettono al progettista di fruire di dati consistenti e non di semplici valori teorici privi di riscontro pratico.



PIANO A

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANO4040	80	0,64	4,16	0,008	0,052	0,2	1,35	0,15
	40 (divided)	0,32	2,08					
PIANO5050	100	0,8	5,2					
	50 (divided)	0,4	2,6					
PIANO6060	120	0,96	6,24					
	60 (divided)	0,48	3,12					
PIANO140	140	1,12	7,28					

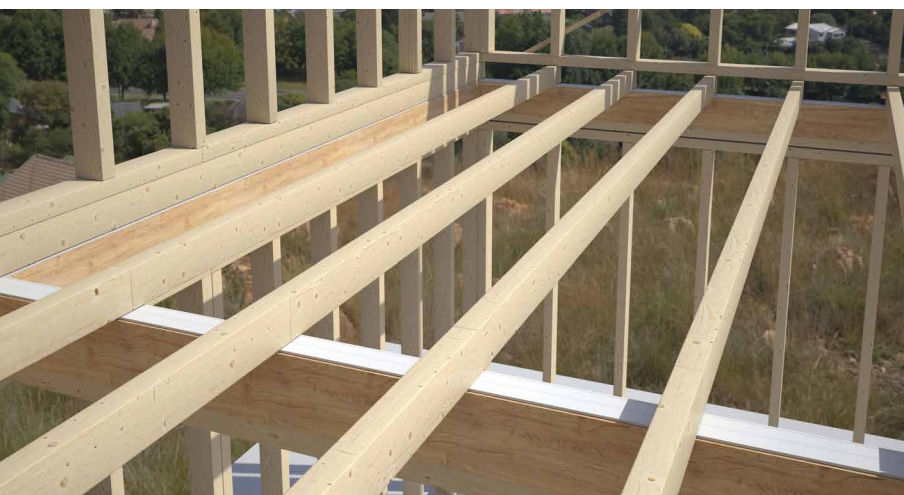
⁽¹⁾ Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

⁽²⁾ I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾	ISO 10848	> 4 dB
Modulo elastico in compressione E_c (senza attrito $E_{c,lubricant}$)	ISO 844	0,23 MPa (0,19 MPa)
Modulo elastico dinamico $E'_{1Hz} - E''_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,4 - 0,07 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{5Hz} - E''_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,50 - 0,08 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{10Hz} - E''_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,5 - 0,09 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{50Hz} - E''_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,5 - 0,13 MPa
Fattore di smorzamento $\tan\delta_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,177
Fattore di smorzamento $\tan\delta_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,186
Fattore di smorzamento $\tan\delta_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,192
Fattore di smorzamento $\tan\delta_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,238
Creep $\Delta\epsilon/\epsilon_1$	ISO 8013/ ISO 16534	0,24
Compression set c.s.	ISO 1856	26,4 %
Compressione a 1 mm di deformazione σ_{1mm}	ISO 844	0,04 N/mm ²
Compressione a 2 mm di deformazione σ_{2mm}	ISO 844	0,08 N/mm ²
Compressione a 3 mm di deformazione σ_{3mm}	ISO 844	0,15 N/mm ²
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Assorbimento d'acqua dopo 48h	ISO 62	4,25%

⁽³⁾ $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$



PRESTAZIONI

Miglioramento acustico testato:

$\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾ : **> 4 dB**

Carico massimo applicabile
(abbassamento 3 mm):

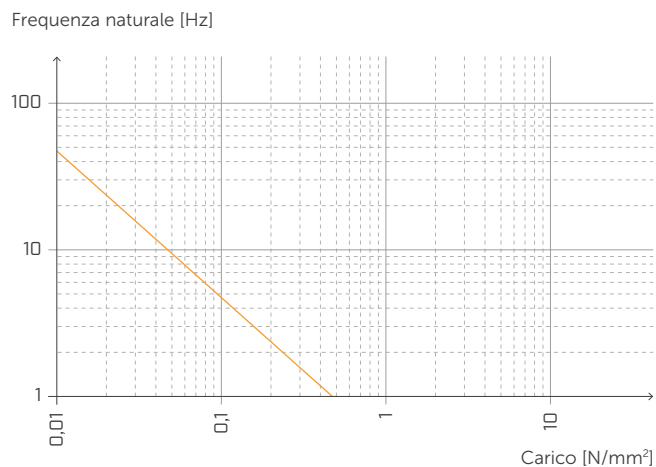
0,15 N/mm²

Carico acustico:

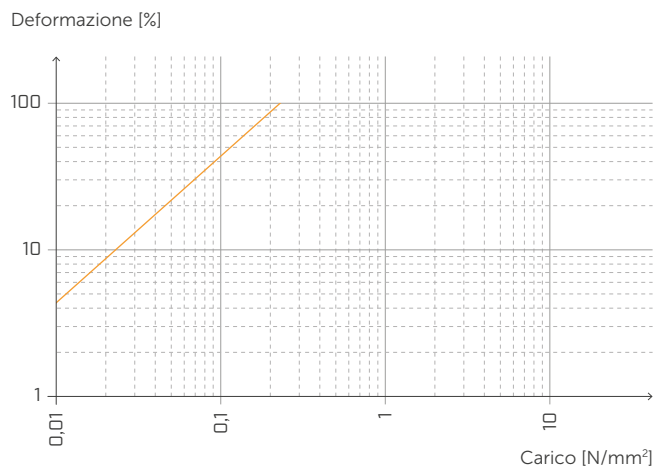
da **0,008** a **0,052 N/mm²**



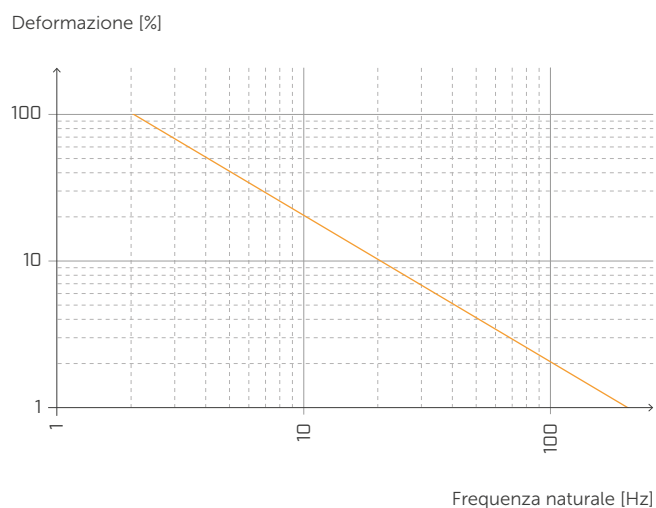
FREQUENZA NATURALE E CARICO



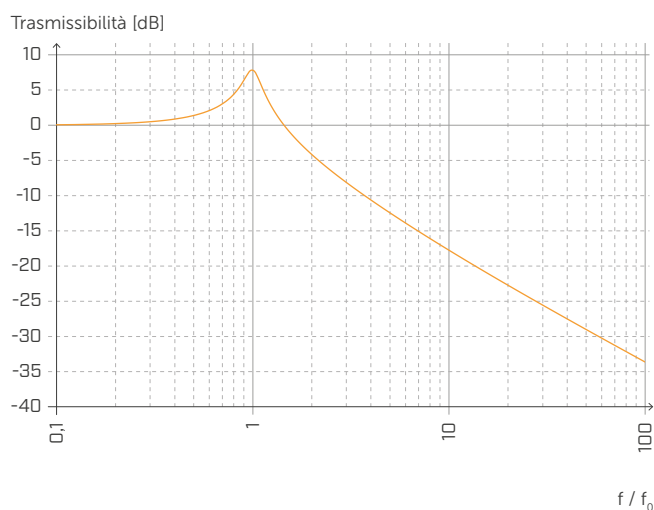
DEFORMAZIONE E CARICO



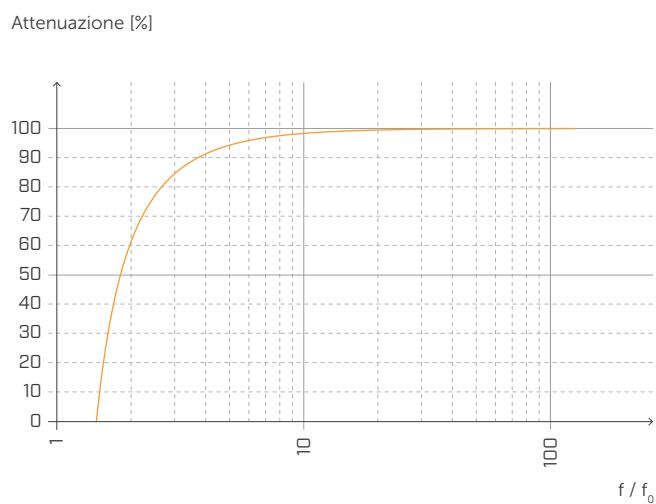
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

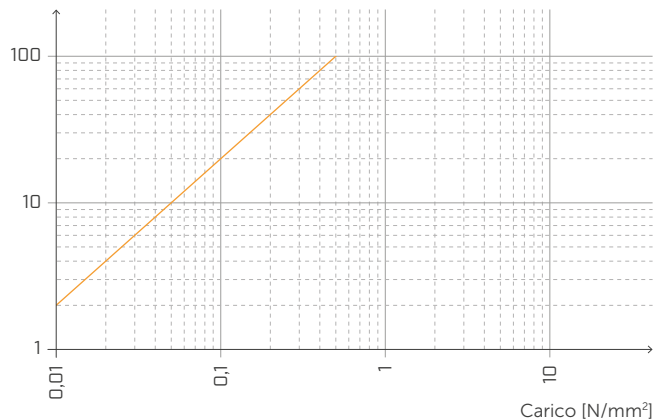
FREQUENZA NATURALE E CARICO

Frequenza naturale [Hz]



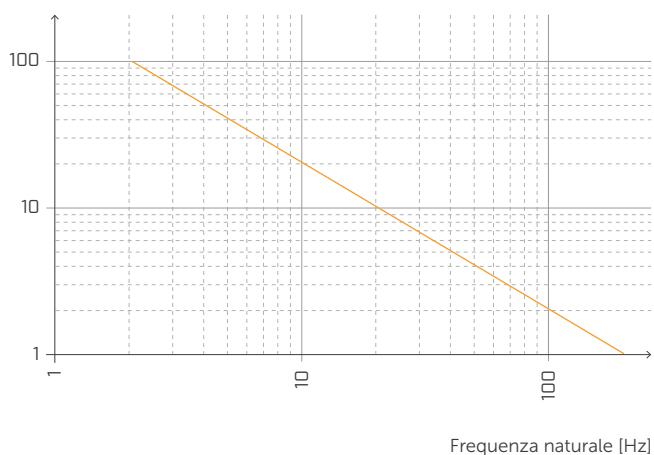
DEFORMAZIONE E CARICO

Deformazione [%]



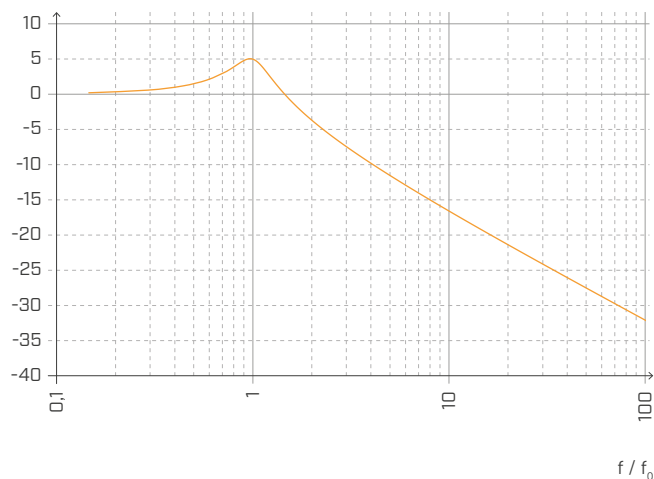
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE

Deformazione [%]



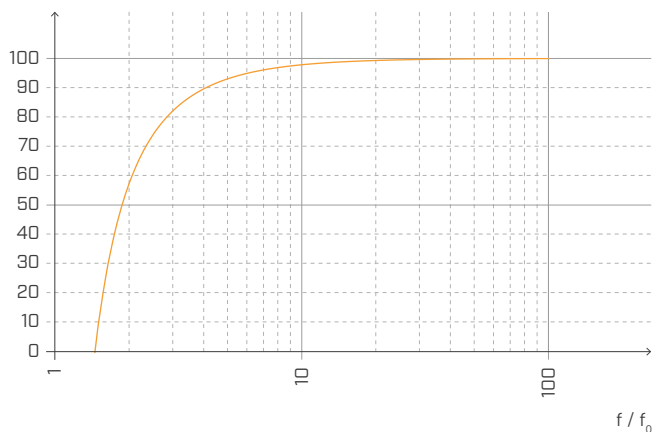
TRASMISSIBILITÀ

Trasmissibilità [dB]



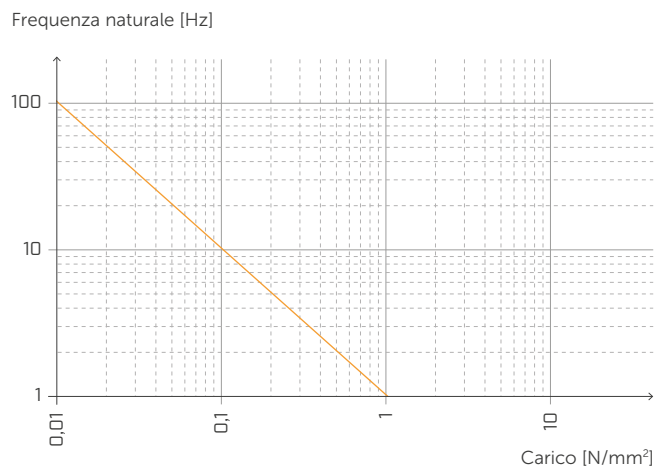
ATTENUAZIONE

Attenuazione [%]

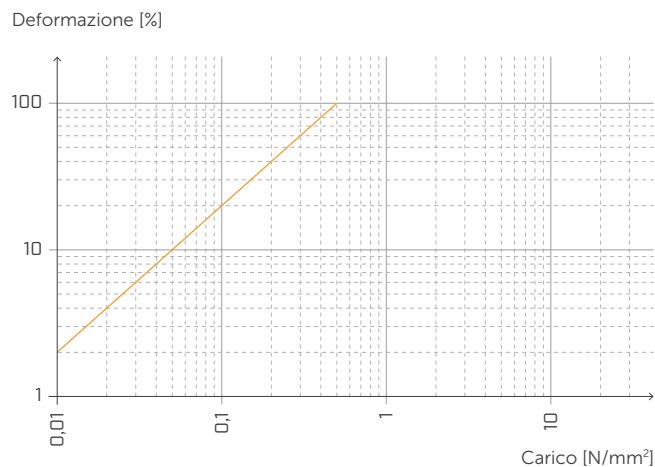


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

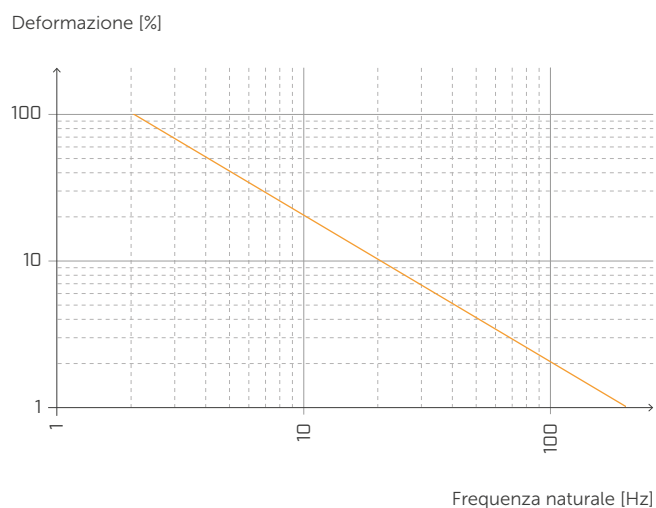
FREQUENZA NATURALE E CARICO



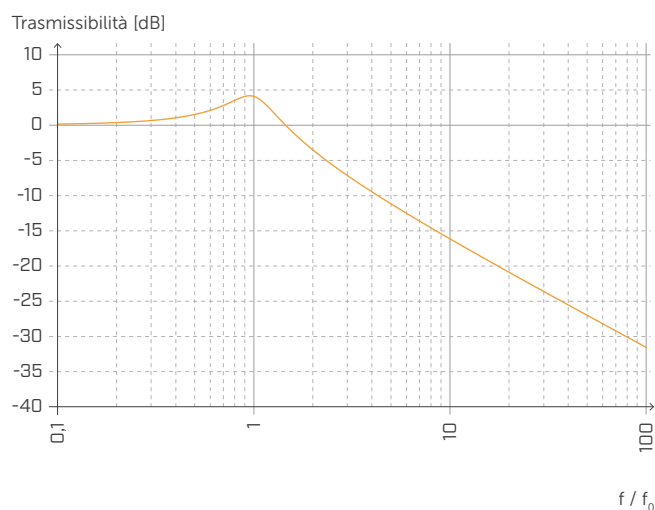
DEFORMAZIONE E CARICO



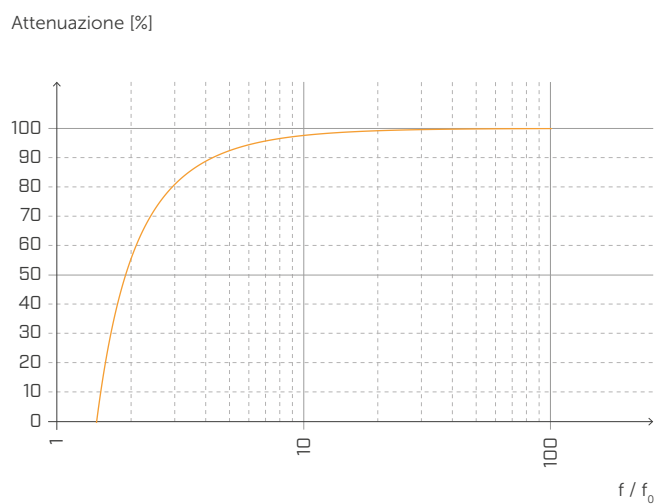
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

PIANO B

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANO B4040	80	3,2	21,6	0,04	0,27	0,2	1,49	0,85
	40 (divided)	1,6	10,8					
PIANO B5050	100	4	27					
	50 (divided)	2	13,5					
PIANO B6060	120	4,8	32,4					
	60 (divided)	2,4	16,2					
PIANO A140	140	5,6	37,8					

⁽¹⁾ Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

⁽²⁾ I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾	ISO 10848	> 4 dB
Modulo elastico in compressione E_c (senza attrito $E_{c,lubricant}$)	ISO 844	1,08 MPa (1,08 MPa)
Modulo elastico dinamico $E'_{1Hz} - E''_{1Hz}$	ISO 4664-1	1,54 - 0,42 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{5Hz} - E''_{5Hz}$	ISO 4664-1	1,75 - 0,55 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{10Hz} - E''_{10Hz}$	ISO 4664-1	1,87 - 0,59 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{50Hz} - E''_{50Hz}$	ISO 4664-1	2,07 - 0,79 MPa
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,270
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,308
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,314
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,372
Creep $\Delta \epsilon / \epsilon_1$	ISO 8013/ ISO 16534	0,34
Compression set c.s.	ISO 1856	37,5%
Compressione a 1 mm di deformazione σ_{1mm}	ISO 844	0,14 N/mm ²
Compressione a 2 mm di deformazione σ_{2mm}	ISO 844	0,31 N/mm ²
Compressione a 3 mm di deformazione σ_{3mm}	ISO 844	0,85 N/mm ²
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Assorbimento d'acqua dopo 48h	ISO 62	1,50%

⁽³⁾ $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$



PRESTAZIONI

Miglioramento acustico testato:

$\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾ : **> 4 dB**

Carico massimo applicabile
(abbassamento 3 mm):

0,85 N/mm²

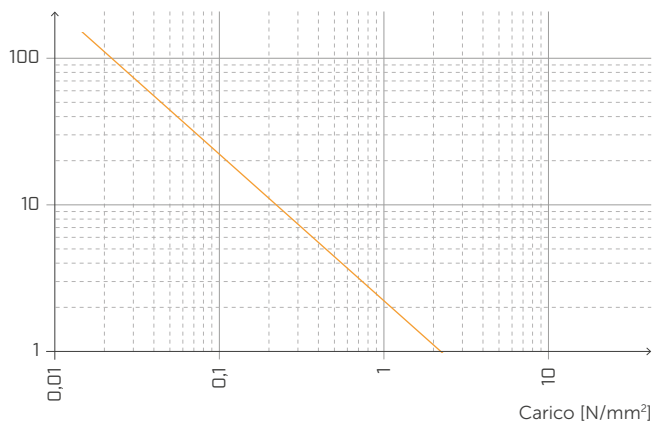
Carico acustico:

da **0,04** a **0,27 N/mm²**



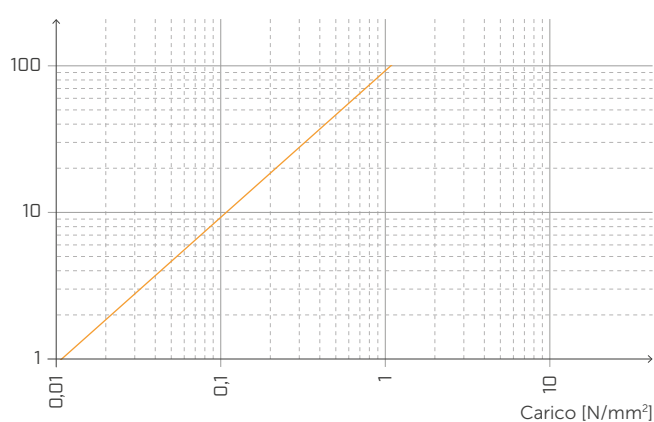
FREQUENZA NATURALE E CARICO

Frequenza naturale [Hz]



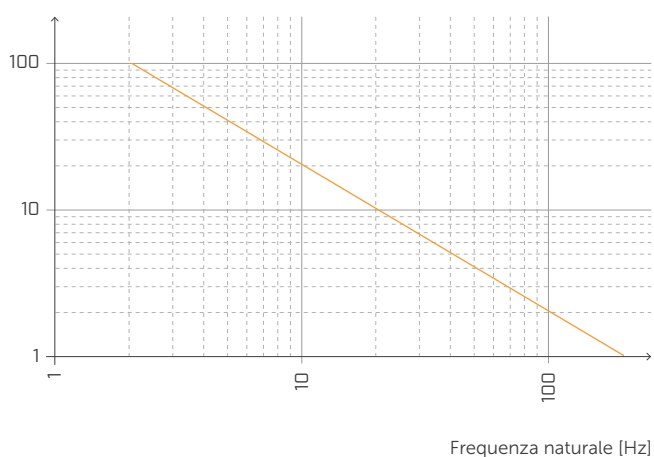
DEFORMAZIONE E CARICO

Deformazione [%]



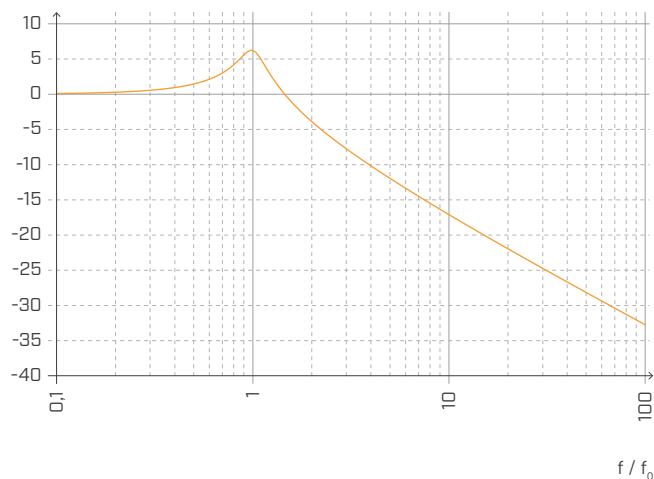
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE

Deformazione [%]



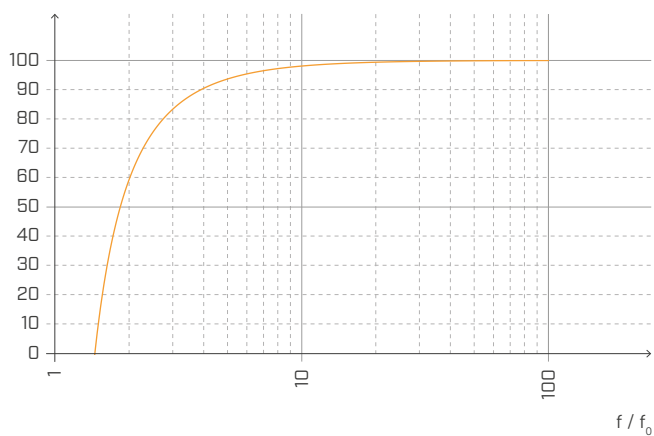
TRASMISSIBILITÀ

Trasmissibilità [dB]



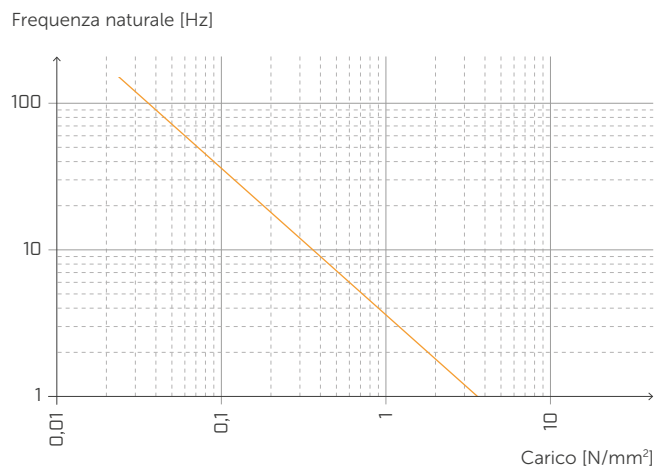
ATTENUAZIONE

Attenuazione [%]

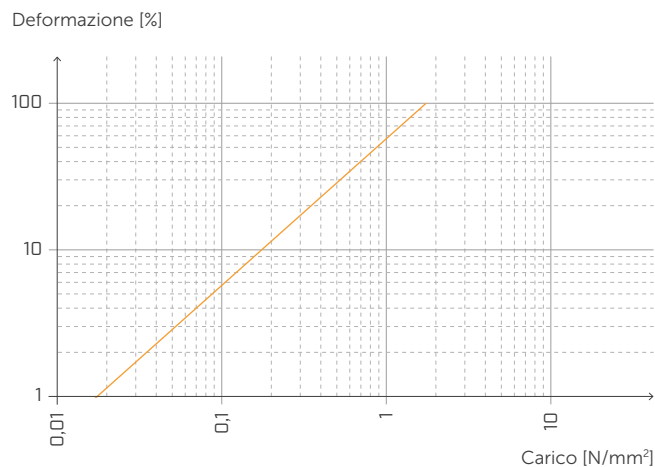


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

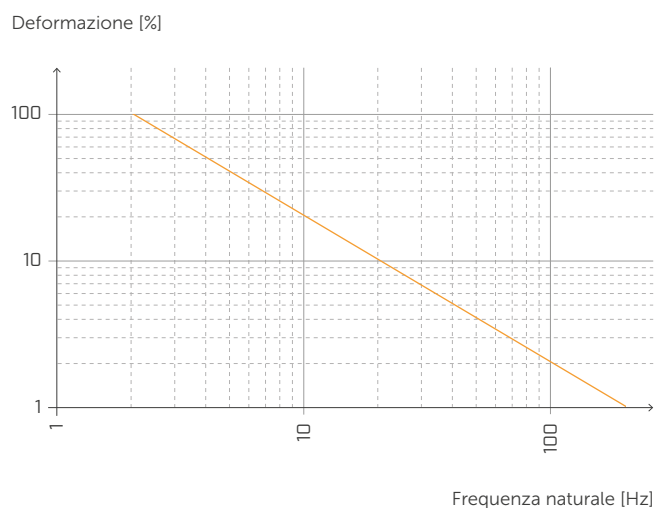
FREQUENZA NATURALE E CARICO



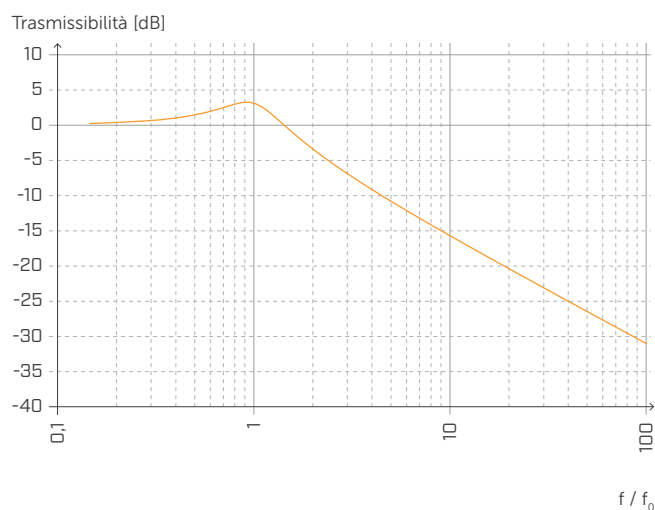
DEFORMAZIONE E CARICO



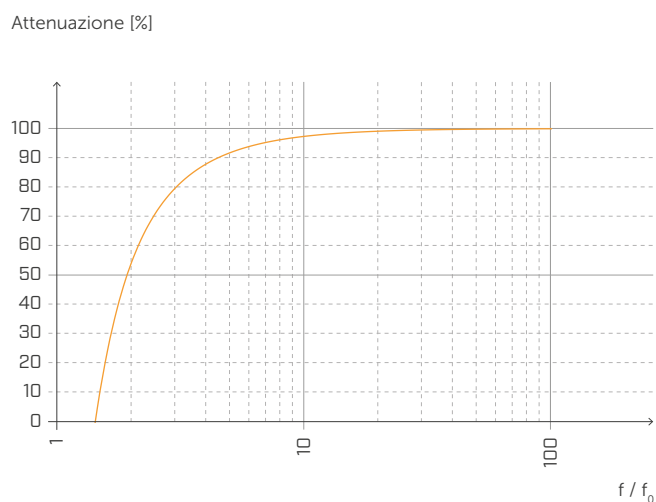
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ

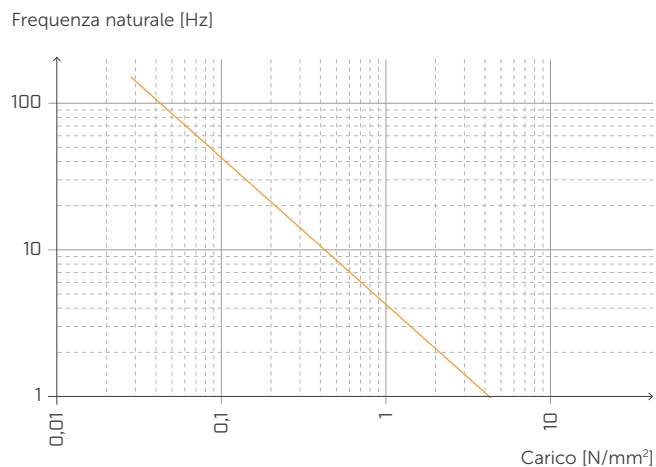


ATTENUAZIONE

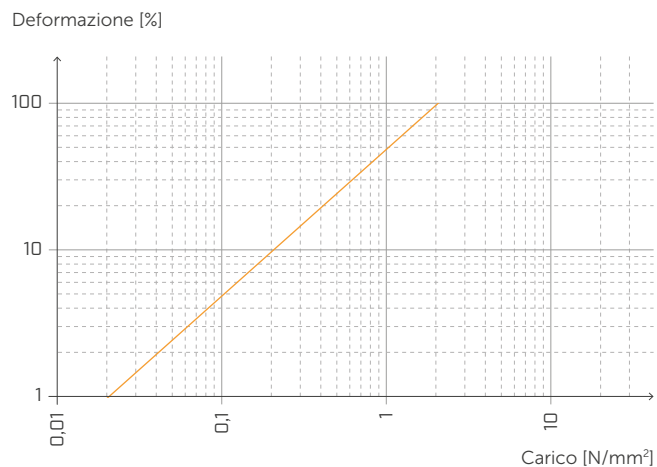


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

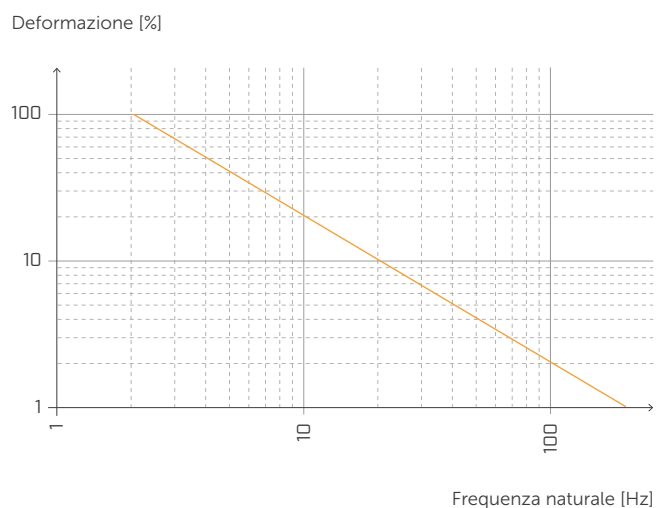
FREQUENZA NATURALE E CARICO



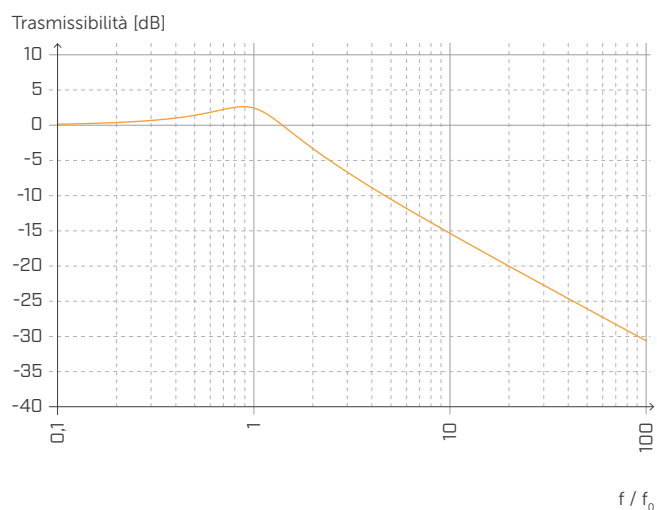
DEFORMAZIONE E CARICO



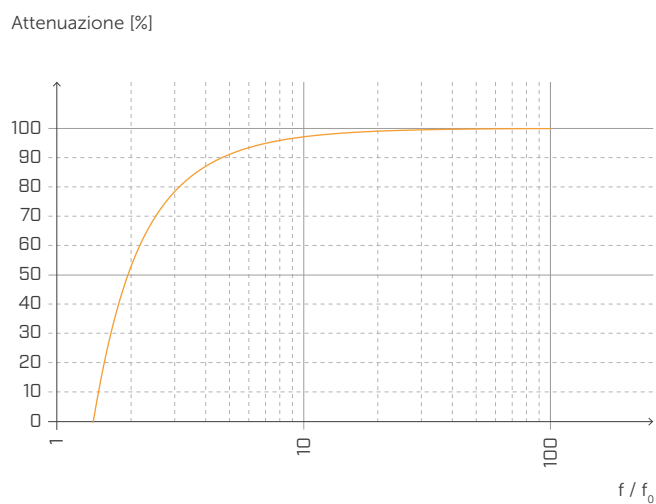
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANOC080	80	9,6	112	0,12	1,4	0,12	0,63	9,23
PIANOC100	100	12	140					
PIANOC120	120	14,4	168					
PIANOC140	140	16,8	196					

(1) Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

(2) I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾	ISO 10848	> 4 dB
Modulo elastico in compressione E_c (senza attrito $E_{c,lubricant}$)	ISO 844	7,92 MPa (3,67 MPa)
Modulo elastico dinamico $E'_{1Hz} - E''_{1Hz}$	ISO 4664-1	8,35 - 2,15 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{5Hz} - E''_{5Hz}$	ISO 4664-1	9,35 - 2,55 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{10Hz} - E''_{10Hz}$	ISO 4664-1	9,91 - 2,81 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{50Hz} - E''_{50Hz}$	ISO 4664-1	11,61 - 3,56 MPa
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,258
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,272
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,283
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,306
Creep $\Delta\epsilon/\epsilon_1$	ISO 8013/ ISO 16534	0,18
Compression set c.s.	ISO 1856	11,95%
Compressione a 1 mm di deformazione σ_{1mm}	ISO 844	1,50 N/mm ²
Compressione a 2 mm di deformazione σ_{2mm}	ISO 844	3,55 N/mm ²
Compressione a 3 mm di deformazione σ_{3mm}	ISO 844	9,23 N/mm ²
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Assorbimento d'acqua dopo 48h	ISO 62	< 1%

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$



PRESTAZIONI

Miglioramento acustico testato:

$\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾ : **> 4 dB**

Carico massimo applicabile
(abbassamento 3 mm):

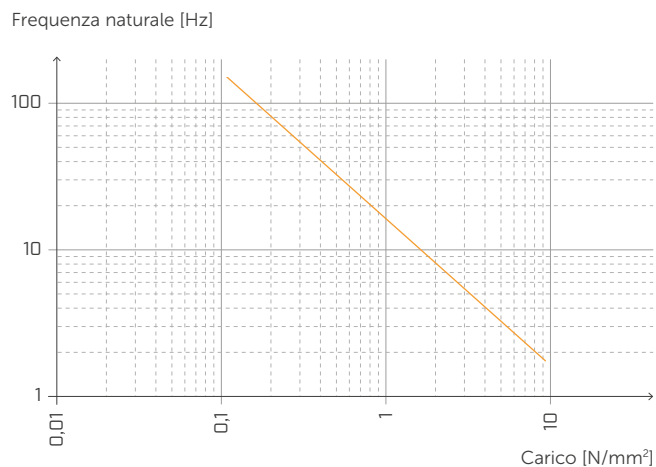
12,07 N/mm²

Carico acustico:

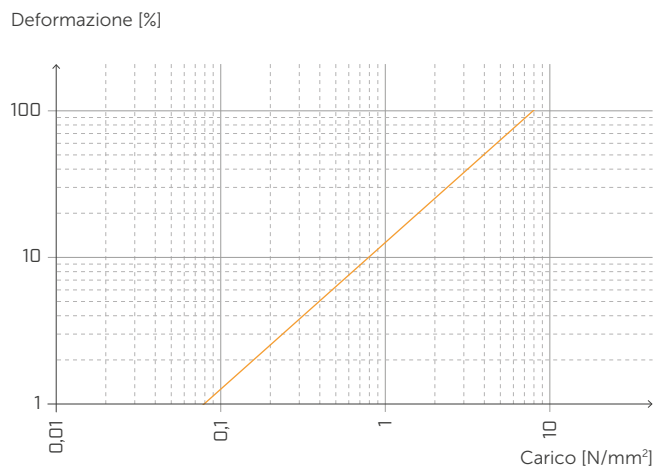
da **0,12** a **1,4 N/mm²**



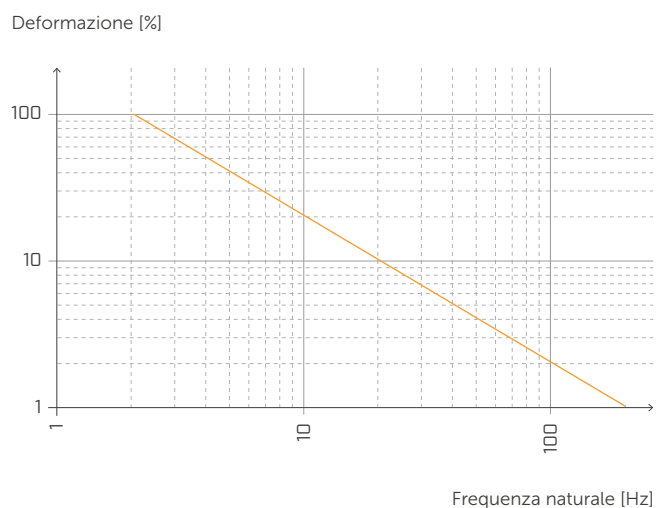
FREQUENZA NATURALE E CARICO



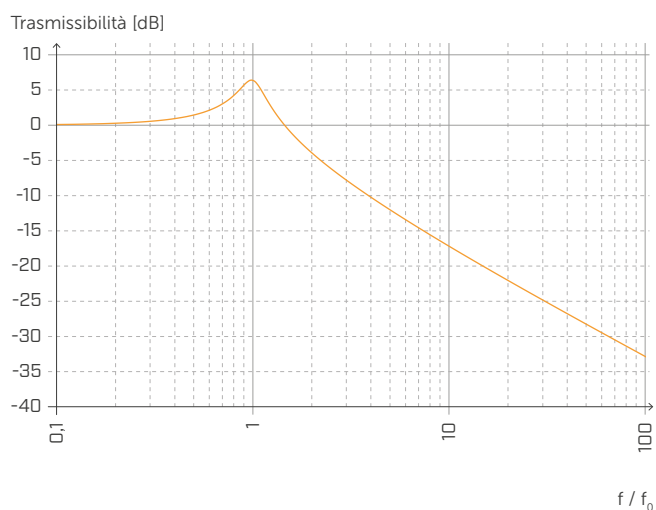
DEFORMAZIONE E CARICO



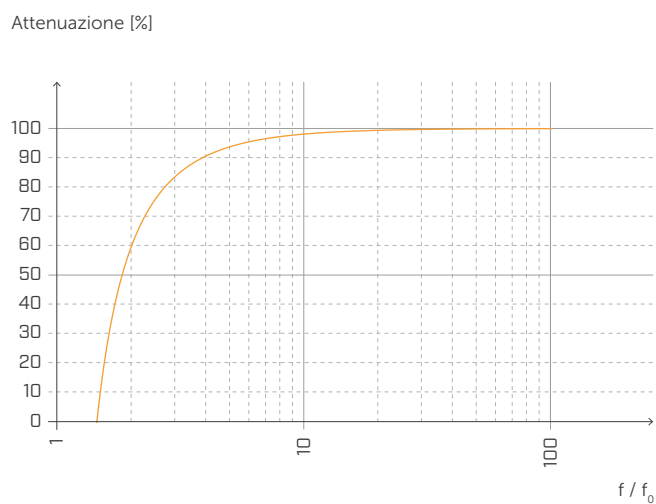
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ

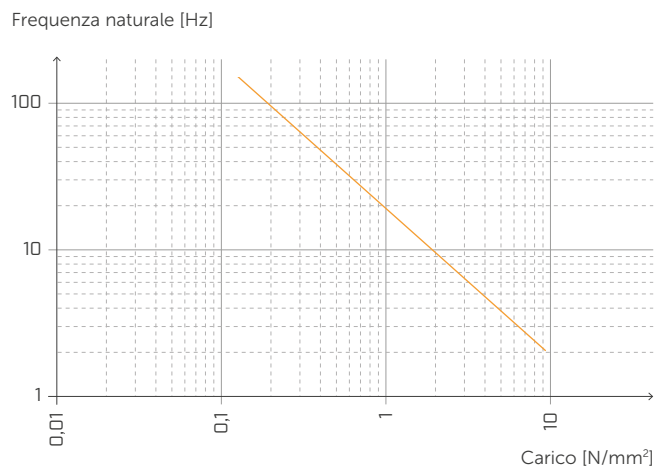


ATTENUAZIONE

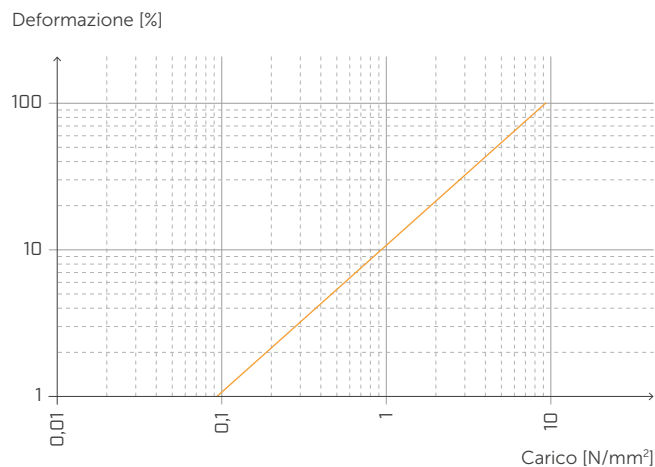


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

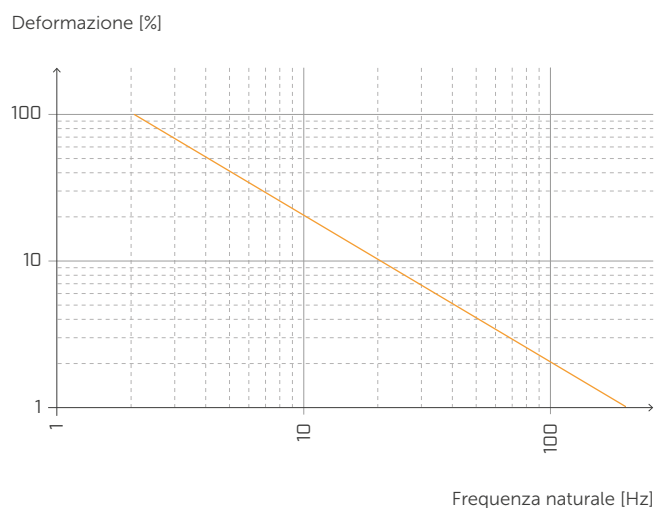
FREQUENZA NATURALE E CARICO



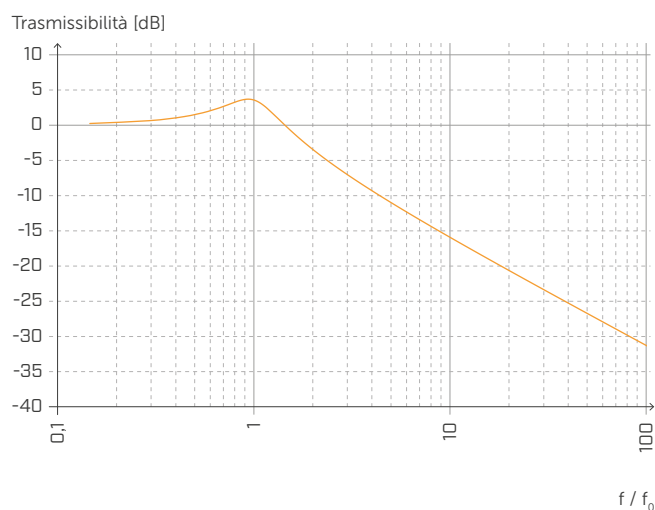
DEFORMAZIONE E CARICO



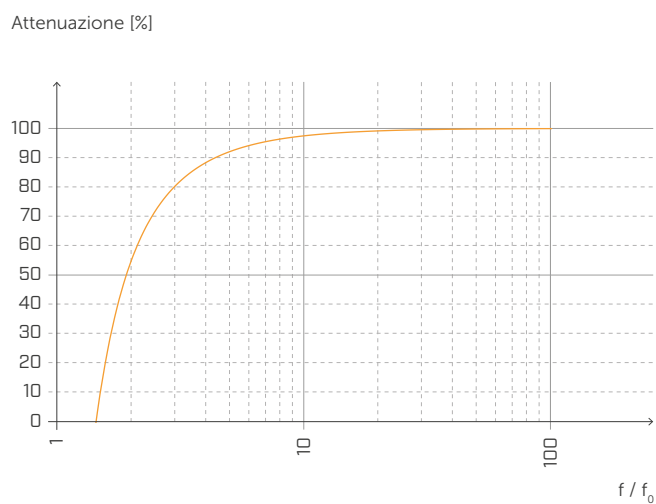
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ

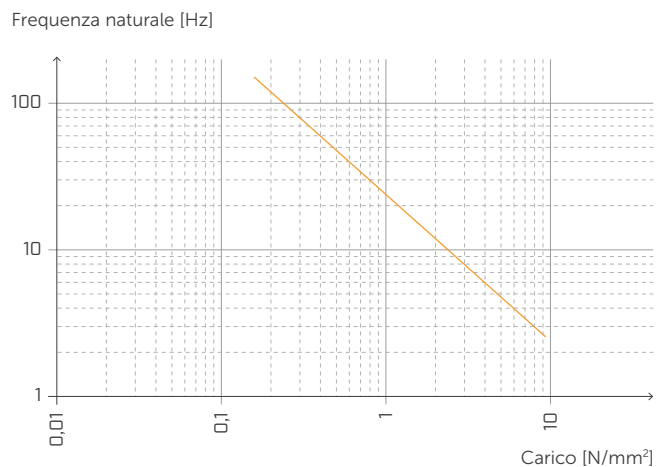


ATTENUAZIONE

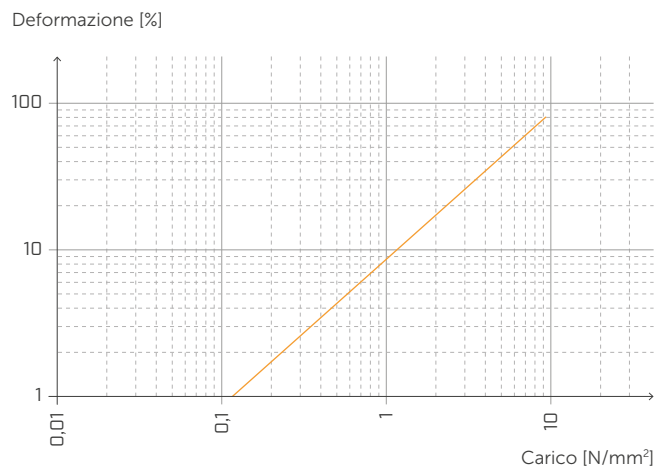


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

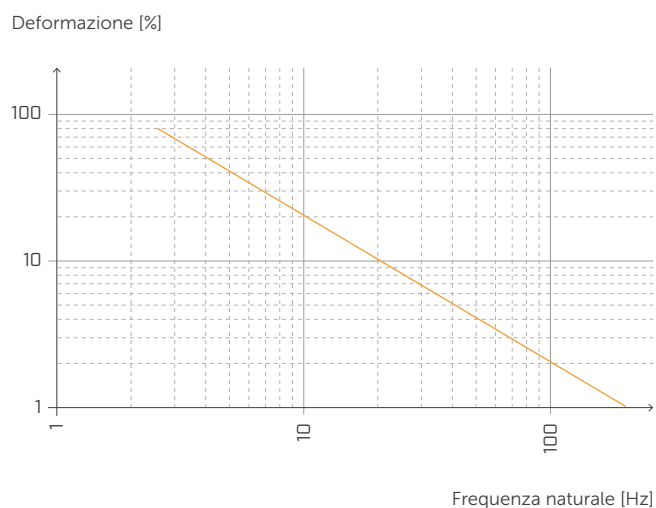
FREQUENZA NATURALE E CARICO



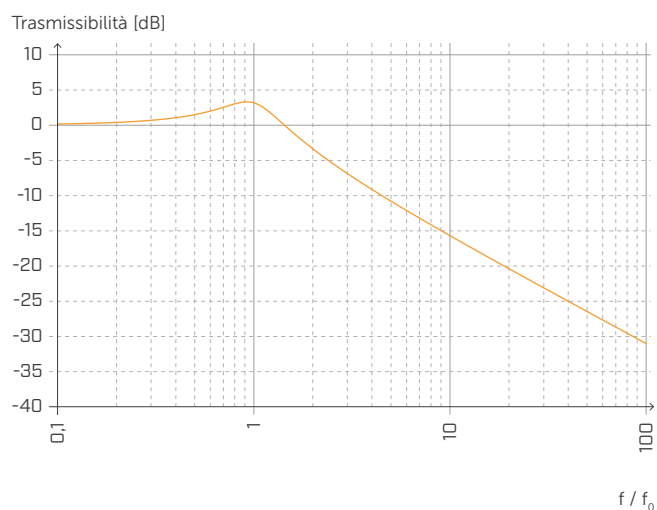
DEFORMAZIONE E CARICO



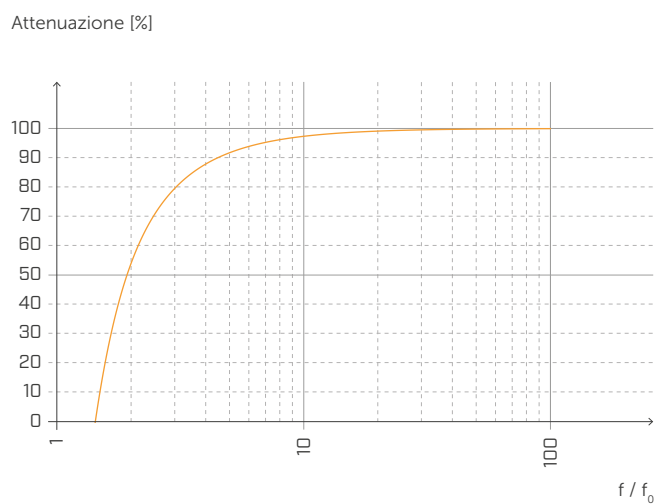
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

PIANO D

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANOD080	80	96	182,4	1,2	2,28	0,33	0,62	16,9
PIANOD100	100	120	228					
PIANOD120	120	144	273,6					
PIANOD140	140	168	319,2					

(1) Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

(2) I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾	ISO 10848	> 4 dB
Modulo elastico in compressione E_c (senza attrito $E_{c,lubricant}$)	ISO 844	22,10 MPa (7,92 MPa)
Modulo elastico dinamico $E'_{1Hz} - E''_{1Hz}$	ISO 4664-1	18,23 - 4,97 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{5Hz} - E''_{5Hz}$	ISO 4664-1	20,30 - 6,03 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{10Hz} - E''_{10Hz}$	ISO 4664-1	21,62 - 6,71 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{50Hz} - E''_{50Hz}$	ISO 4664-1	25,81 - 9,01 MPa
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,273
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,297
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,31
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,349
Creep $\Delta \varepsilon / \varepsilon_1$	ISO 8013/ ISO 16534	0,45
Compression set c.s.	ISO 1856	14,75%
Compressione a 1 mm di deformazione σ_{1mm}	ISO 844	4,40 N/mm ²
Compressione a 2 mm di deformazione σ_{2mm}	ISO 844	10,49 N/mm ²
Compressione a 3 mm di deformazione σ_{3mm}	ISO 844	16,9 N/mm ²
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Assorbimento d'acqua dopo 48h	ISO 62	< 1%

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$



PRESTAZIONI

Miglioramento acustico testato:

$\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾ : **> 4 dB**

Carico massimo applicabile
(abbassamento 3 mm):

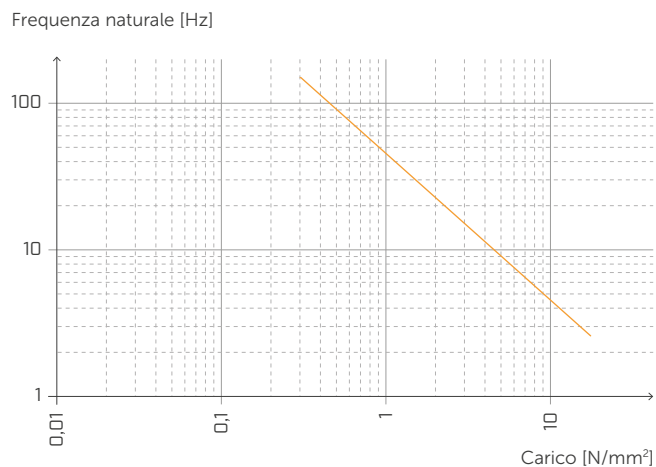
16,9 N/mm²

Carico acustico:

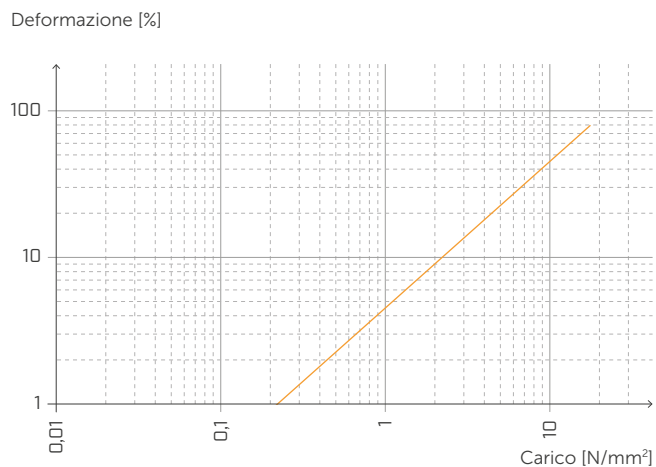
da **1,2** a **2,28 N/mm²**



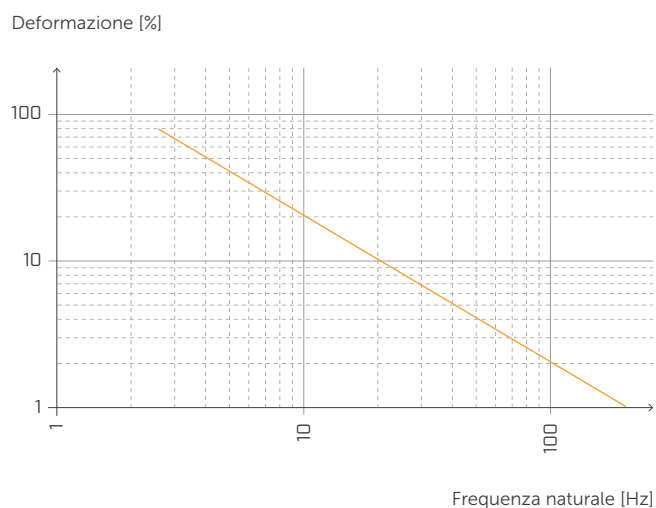
FREQUENZA NATURALE E CARICO



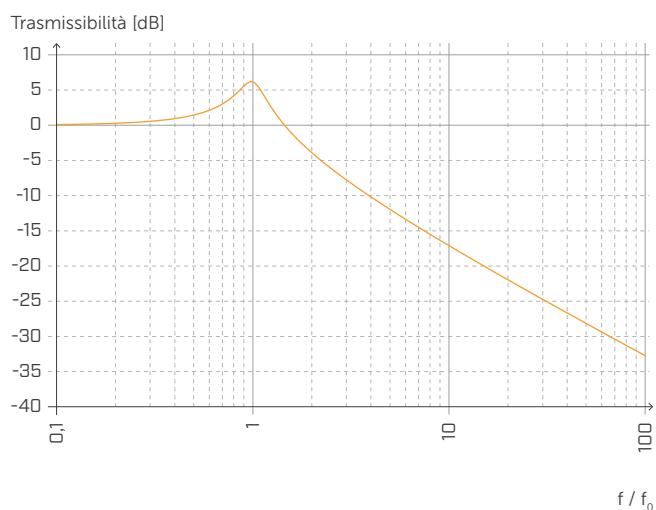
DEFORMAZIONE E CARICO



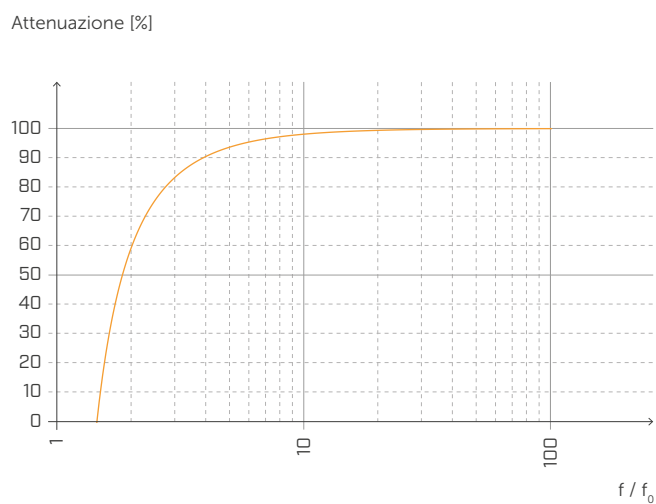
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ

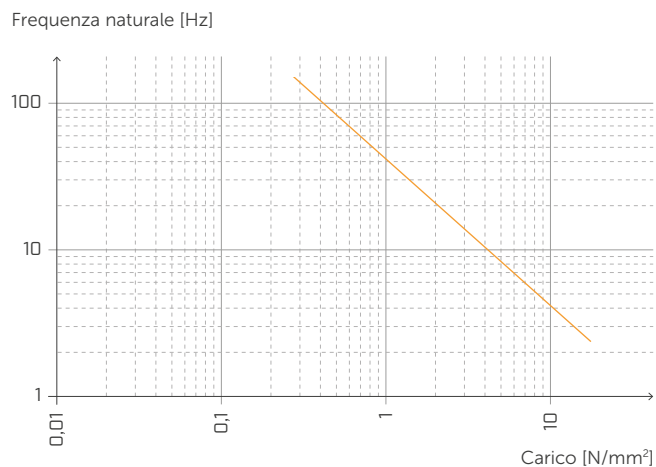


ATTENUAZIONE

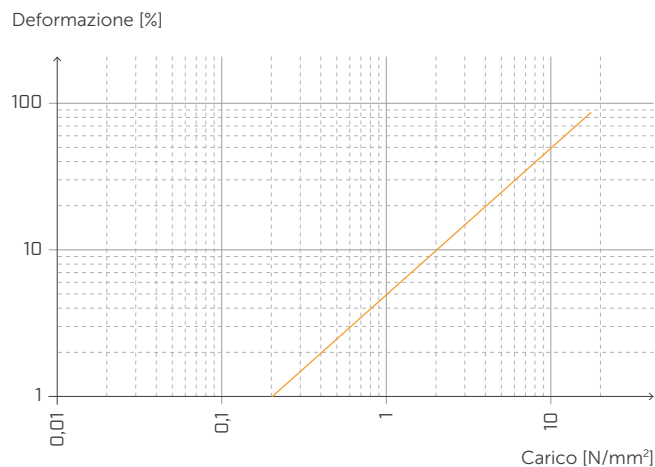


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

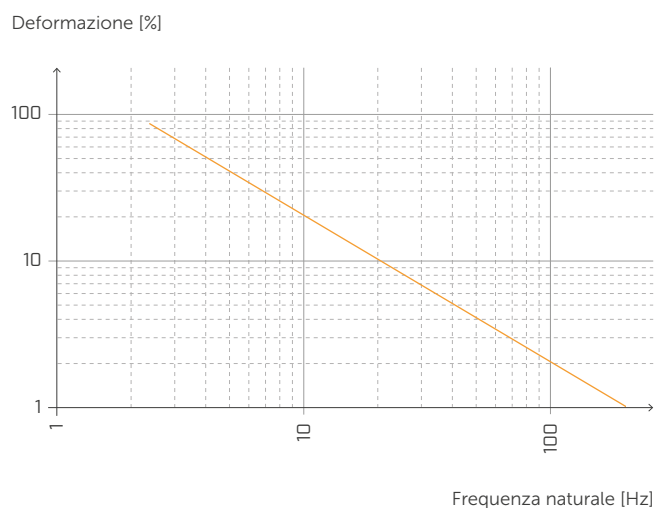
FREQUENZA NATURALE E CARICO



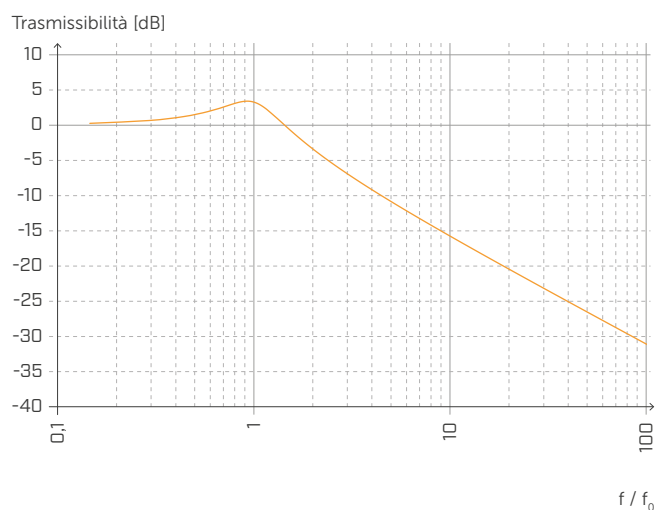
DEFORMAZIONE E CARICO



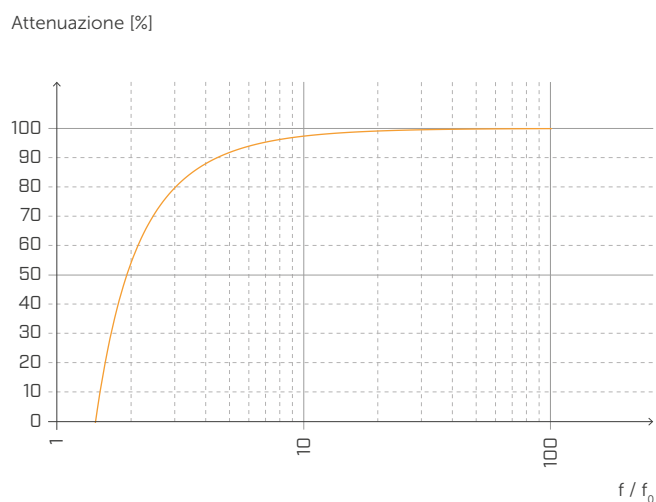
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ

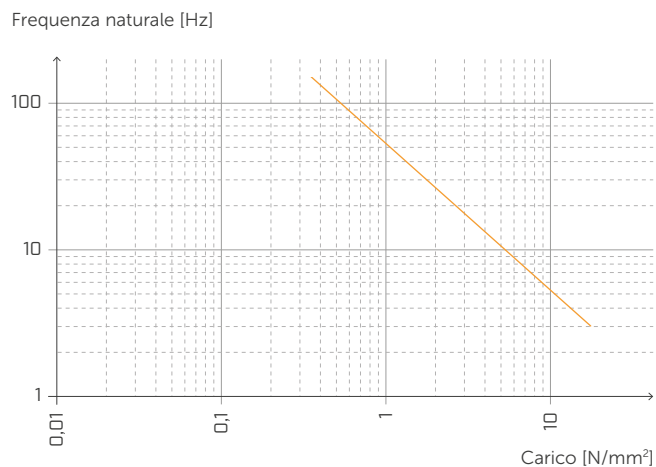


ATTENUAZIONE

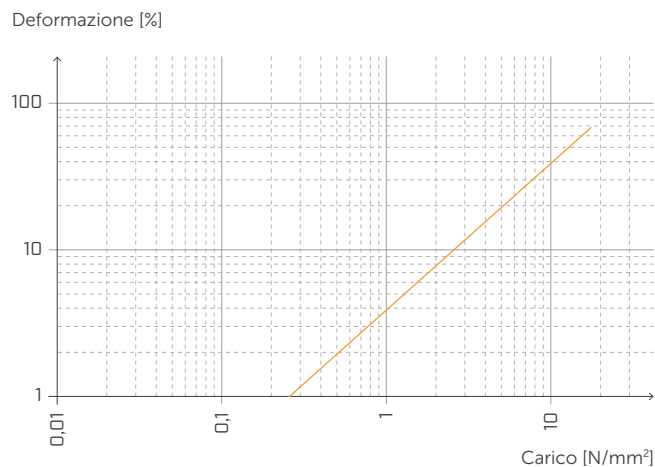


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

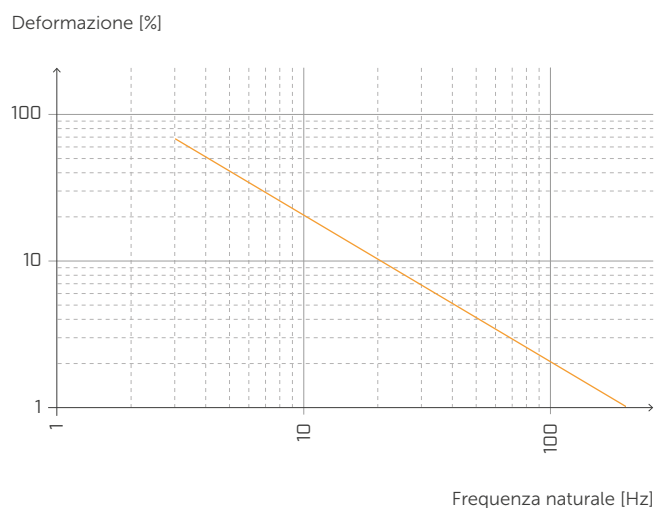
FREQUENZA NATURALE E CARICO



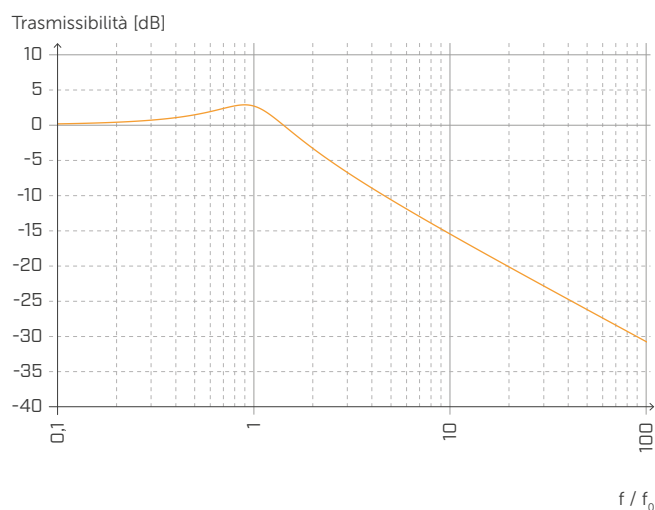
DEFORMAZIONE E CARICO



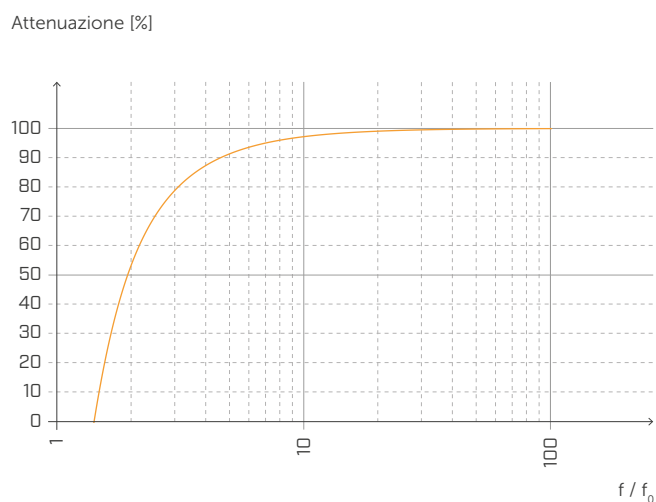
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]		compressione a 3 mm di deformazione (stato limite ultimo) [N/mm ²]
		da	a	da	a	da	a	
PIANOE080	80	144	256	1,8	3,2	0,44	0,77	17,07
PIANOE100	100	180	320					
PIANOE120	120	216	384					
PIANOE140	140	252	448					

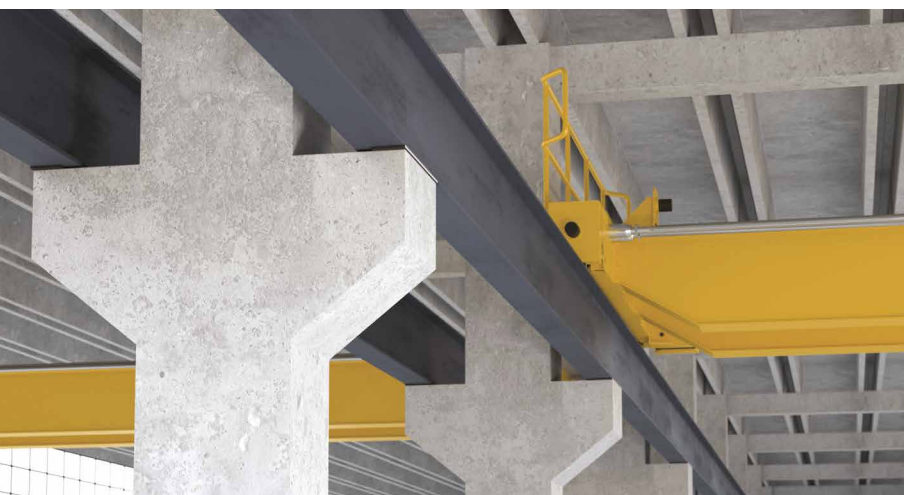
(1) Le fasce di carico riportate sono ottimizzate rispetto al comportamento acustico e statico del materiale in compressione. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

(2) I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾	ISO 10848	> 4 dB
Modulo elastico in compressione E_c (senza attrito $E_{c,lubricant}$)	ISO 844	24,76 MPa (12,03 MPa)
Modulo elastico dinamico $E'_{1Hz} - E''_{1Hz}$	ISO 4664-1	48,83 - 11,99 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{5Hz} - E''_{5Hz}$	ISO 4664-1	54,80 - 13,24 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{10Hz} - E''_{10Hz}$	ISO 4664-1	58,35 - 14,04 MPa
Modulo elastico dinamico $E'_{50Hz} - E''_{50Hz}$	ISO 4664-1	67,08 - 16,85 MPa
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{1Hz}$	ISO 4664-1	0,247
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{5Hz}$	ISO 4664-1	0,243
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{10Hz}$	ISO 4664-1	0,242
Fattore di smorzamento $\tan \delta_{50Hz}$	ISO 4664-1	0,253
Creep $\Delta \varepsilon / \varepsilon_1$	ISO 8013/ ISO 16534	0,24
Compression set c.s.	ISO 1856	42,08%
Compressione a 1 mm di deformazione σ_{1mm}	ISO 844	3,81 N/mm ²
Compressione a 2 mm di deformazione σ_{2mm}	ISO 844	8,36 N/mm ²
Compressione a 3 mm di deformazione σ_{3mm}	ISO 844	17,07 N/mm ²
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Assorbimento d'acqua dopo 48h	ISO 62	< 1%

(3) $\Delta_{l,ij} = K_{ij,with} - K_{ij,without}$



PRESTAZIONI

Miglioramento acustico testato:

$\Delta_{l,ij}$ ⁽³⁾ : **> 4 dB**

Carico massimo applicabile
(abbassamento 3 mm):

17,07 N/mm²

Carico acustico:

da **1,8** a **3,2 N/mm²**



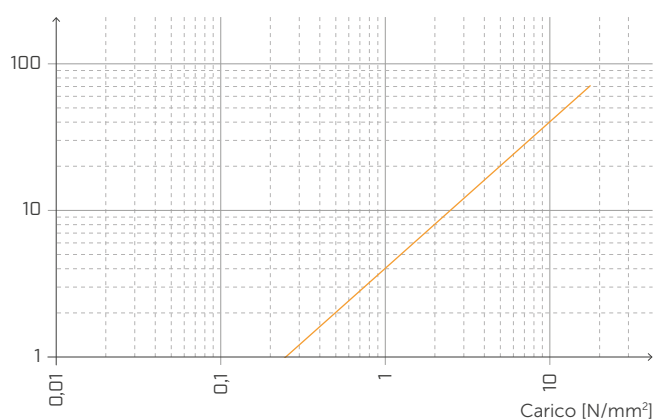
FREQUENZA NATURALE E CARICO

Frequenza naturale [Hz]



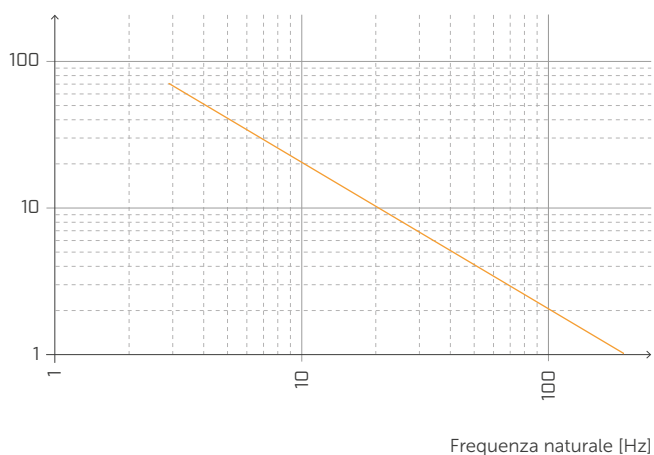
DEFORMAZIONE E CARICO

Deformazione [%]



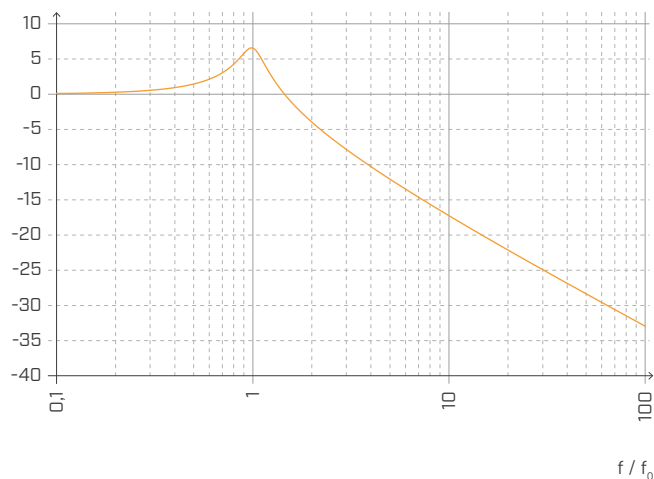
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE

Deformazione [%]



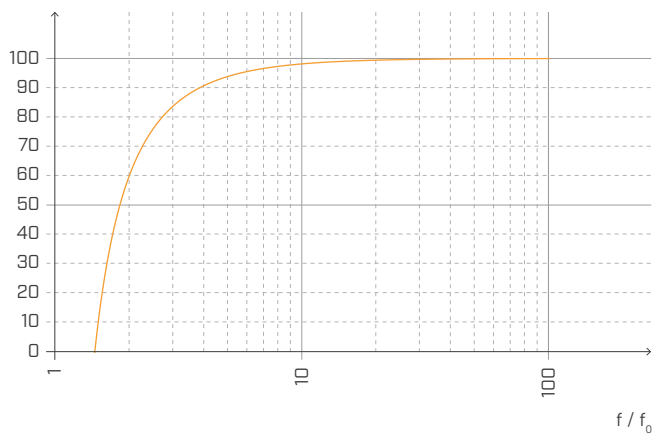
TRASMISSIBILITÀ

Trasmissibilità [dB]



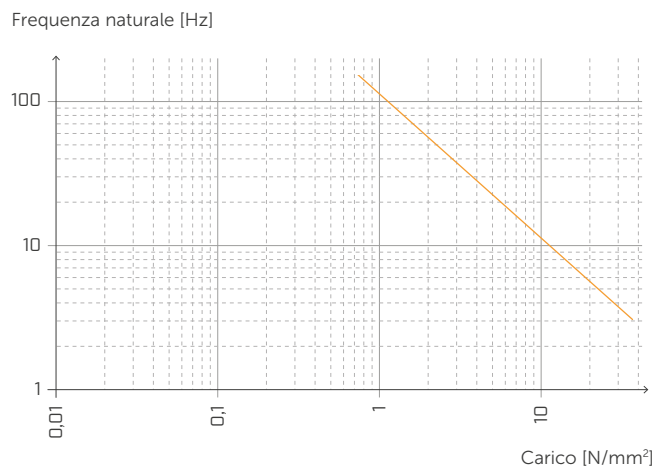
ATTENUAZIONE

Attenuazione [%]

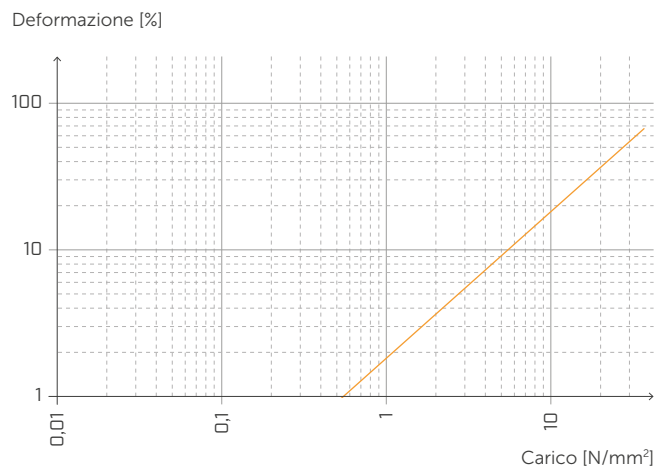


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

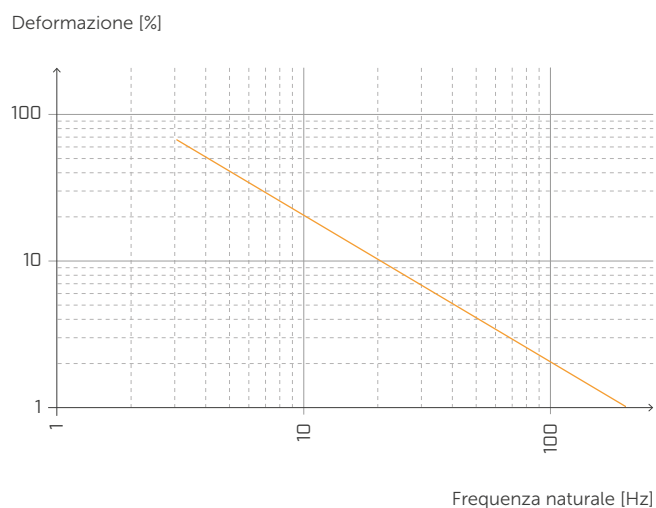
FREQUENZA NATURALE E CARICO



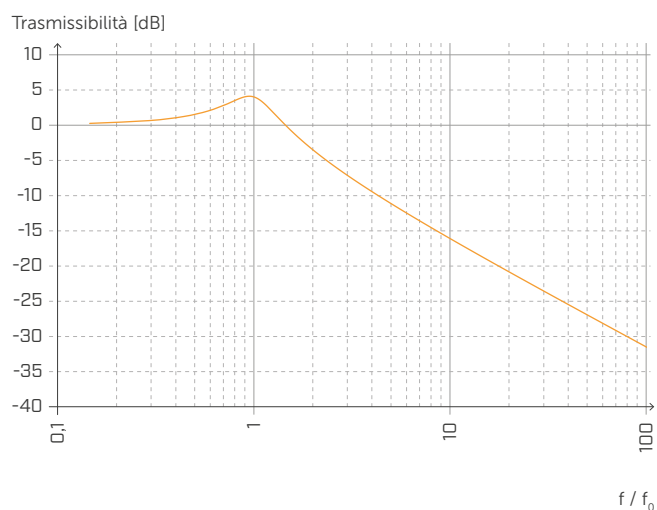
DEFORMAZIONE E CARICO



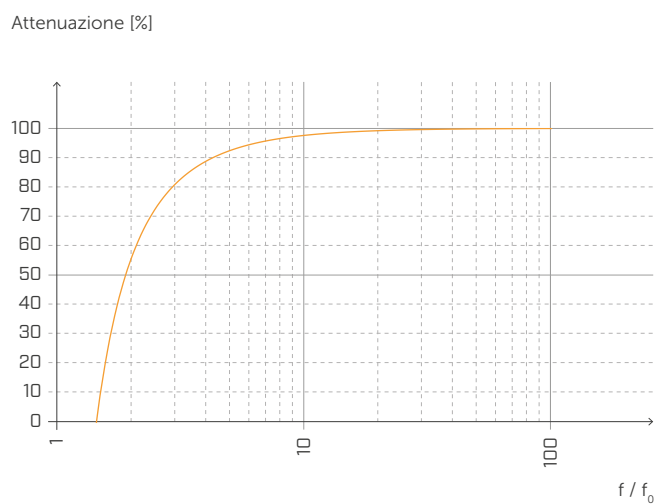
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE

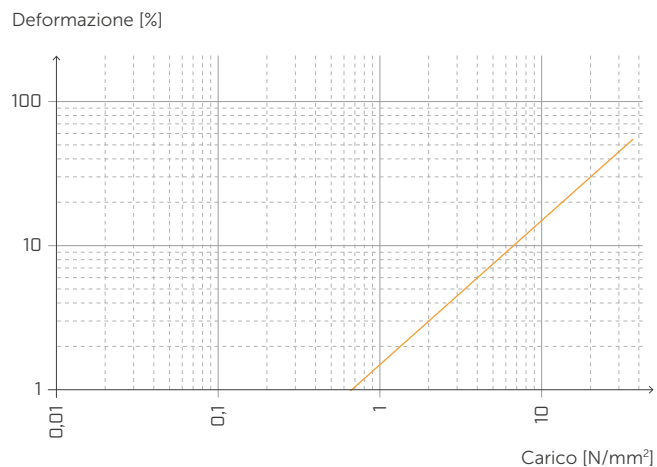


Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

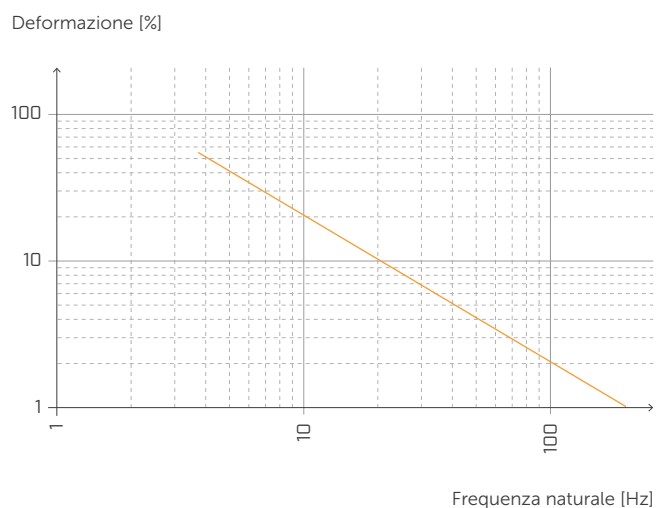
FREQUENZA NATURALE E CARICO



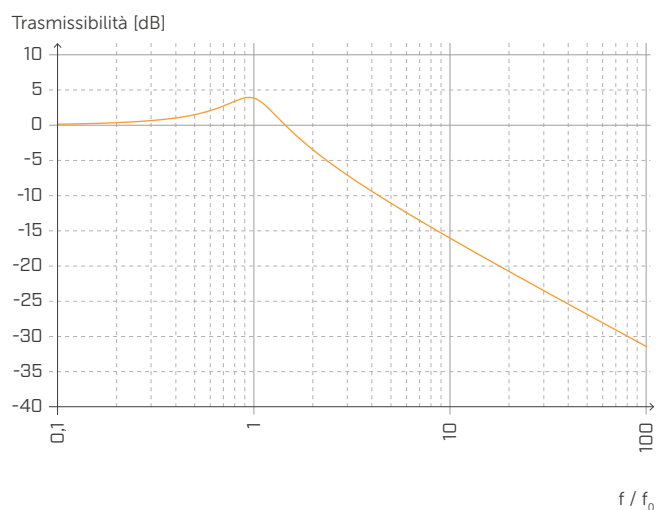
DEFORMAZIONE E CARICO



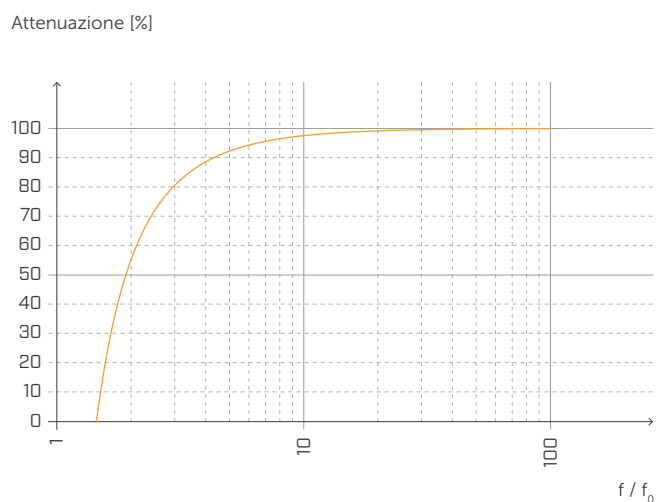
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE



TRASMISSIBILITÀ



ATTENUAZIONE



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 6$ Hz.

IL MODELLO CEN (EN ISO 12354)

Il modello CEN proposto dalla serie delle EN ISO 12354 rappresenta uno strumento per stimare in maniera previsionale la prestazione acustica di una partizione a partire dalle caratteristiche degli elementi costruttivi che la caratterizzano. La serie EN ISO 12354 è stata ampliata per dare informazioni specifiche in merito alle tipologie a telaio e in X-LAM.



EN ISO 12354-1:2017

Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.



EN ISO 12354-2:2017

Isolamento acustico al calpestio fra ambienti.

POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Le norme EN ISO 12354 propongono due metodi per calcolare la prestazione acustica di una partizione: il metodo dettagliato ed il metodo semplificato.

Secondo il metodo semplificato, trascurando presenza di piccoli elementi tecnici e percorsi di trasmissione aerea $D_{n,j,w}$, il potere fonoisolante apparente R'_w può essere calcolato come una somma logaritmica della componente della trasmissione diretta $R_{Dd,w}$ e quelli di trasmissione laterale $R_{ij,w}$.

$$R'_w = -10 \log \left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^n 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right] (dB)$$

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante per i percorsi di trasmissione laterale $R_{ij,w}$ possono essere stimati come:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} (dB)$$

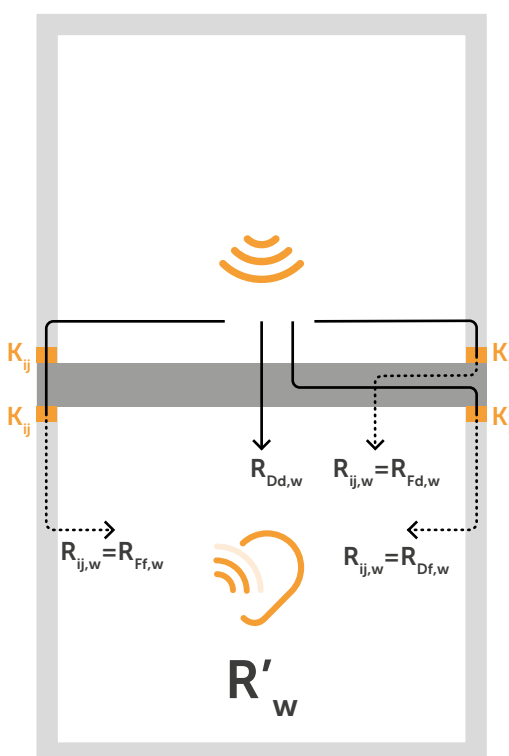
dove:

$R_{i,w}$ e $R_{j,w}$ sono gli indici di valutazione del potere fonoisolante degli elementi di fiancheggiamento i e j rispettivamente;

ΔR_i , ΔR_j sono incrementi di potere fonoisolante dovuti alla posa di rivestimenti per l'elemento i nell'ambiente sorgente e/o l'elemento j nell'ambiente ricevente;

K_{ij} indice di riduzione delle vibrazioni attraverso il giunto

S è l'area dell'elemento di separazione e l_{ij} è la lunghezza del giunto fra la parete di separazione e gli elementi di fiancheggiamento i e j, essendo l_0 una lunghezza di riferimento di 1 m.



Fra i parametri di input che sono richiesti nell'utilizzo del modello, i valori di potere fonoisolante possono essere facilmente reperiti da misure effettuate presso laboratori accreditati o dai produttori di elementi costruttivi; inoltre molti database open-access forniscono dati su soluzioni costruttive consolidate. I ΔR_w possono essere stimati a partire da una schematizzazione dell'insieme parete-rivestimento in termini di sistema massa-molla-massa (EN ISO 12354 Appendice D).

Il parametro più critico da stimare è l'**INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI** K_{ij} . Questa quantità rappresenta l'energia vibrazionale dissipata dal giunto ed è legata all'accoppiamento strutturale degli elementi; alti valori di K_{ij} generano la migliore prestazione del giunto. La normativa EN ISO 12354 fornisce stime previsionali per giunti standard a T o a X per strutture in X-LAM, riportati sulla destra, ma sono ancora pochi i dati sperimentali disponibili. Per questo Rothoblaas ha investito in diverse campagne di misure per fornire dati utilizzabili con questo modello di calcolo.

ASTM & K_{ij}

Le norme ASTM attualmente non prevedono un modello previsionale per la valutazione della trasmissione laterale, pertanto si utilizzano gli standard ISO 12354 e ISO 10848 e si "traducono" nella metrica ASTM.

$$STC_{ij} = \frac{STC_i}{2} + \frac{STC_j}{2} + K_{ij} + \max(\Delta STC_i, \Delta STC_j) + \frac{\min(\Delta STC_i, \Delta STC_j)}{2} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_{ij}}$$

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI K_{ij} DI STRUTTURE IN LEGNO

INTERPOSIZIONE DI STRATI RESILIENTI COME XYLOFON, PIANO, CORK E ALADIN STRIPE

Anche per questa fase di progettazione è possibile avvalersi del software MyProject oppure seguire uno dei seguenti metodi estrapolati da standard validi a livello internazionale.

METODO 1 SECONDO EN ISO 12354:2017 PER STRUTTURE OMOGENEE

Finora si è considerata questa formulazione anche per le strutture leggere in legno, quindi considerando le connessioni fra gli elementi sempre rigide e omogenee fra loro. Per le strutture in X-LAM questa è sicuramente un'approssimazione.

K_{ij} dipende dalla forma del giunto e dalla tipologia di elementi che lo compongono, in particolar modo la massa superficiale di questi. Nel caso di giunti a T o a X si possono usare le espressioni riportate di fianco.

Per entrambi i casi:

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + \Delta L$$

se il percorso della trasmissione laterale attraversa un giunto

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + 2\Delta L$$

se il percorso della trasmissione laterale attraversa due giunti

$$M = 10 \log(mi_{\perp}/mi)$$

dove:

$mi_{\perp}$ è la massa di uno degli elementi, quello posizionato in perpendicolare rispetto all'altro.

Quindi questo valore di riduzione delle vibrazioni trasmesse si ricava:

$$\Delta Lw = 10 \log(1/ft)$$

per carichi maggiori di 750 kN/m² sullo strato resiliente con $\Delta L_{min} = 5$ dB

$$f_t = ((G/t_i)(\sqrt{\rho_1 \rho_2}))^{1,5}$$

dove:

G è il modulo di Young tangenziale (MN/m²)

t_i è lo spessore del materiale resiliente (m)

ρ_1 e ρ_2 sono rispettivamente la densità degli elementi connessi 1 e 2

METODO 2 F.3 EMPIRICAL DATA FOR JUNCTIONS CHARACTERIZED BY K_{ij} ISO 12354-1:2017

Gli elementi costruttivi in X-LAM sono elementi per i quali il tempo di riverberazione strutturale è, nella maggior parte dei casi, principalmente determinato dagli elementi di connessione.

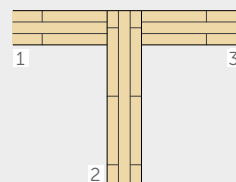
Nel caso di strutture in X-LAM debolmente vincolate tra loro, il contributo della trasmissione laterale può essere determinata in funzione delle seguenti relazioni, valide se $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

METODO 1 - CALCOLO $K_{ijrigid}$

Soluzione 1 - GIUNTO "T"

$$K_{13} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

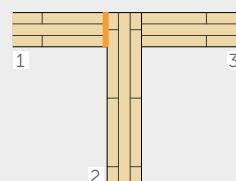


Soluzione 2 - GIUNTO "T"

con interposizione strato resiliente

$$K_{23} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$



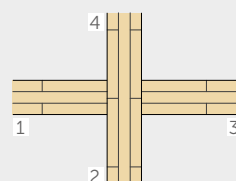
Soluzione 3 - GIUNTO "X"

$$K_{13} = 8,7 + 17,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$0 \leq K_{24} \leq -4 \text{ dB}$$



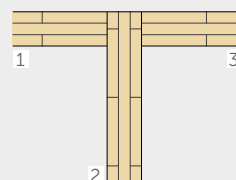
METODO 2 - CALCOLO $K_{ijrigid}$

Soluzione 1 - GIUNTO "T"

$$K_{13} = 22 + 3,3 \log(f/f_k)$$

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

$$K_{23} = 15 + 3,3 \log(f/f_k)$$



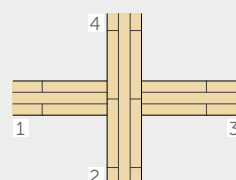
Soluzione 1 - GIUNTO "X"

$$K_{13} = 10 - 3,3 \log(f/f_k) + 10 M$$

$$K_{24} = 23 - 3,3 \log(f/f_k)$$

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

$$K_{14} = 18 - 3,3 \log(f/f_k)$$



IL METODO SEMPLIFICATO

ESEMPIO DI CALCOLO SECONDO LA NORMA EN ISO 12354

DATI IN INGRESSO

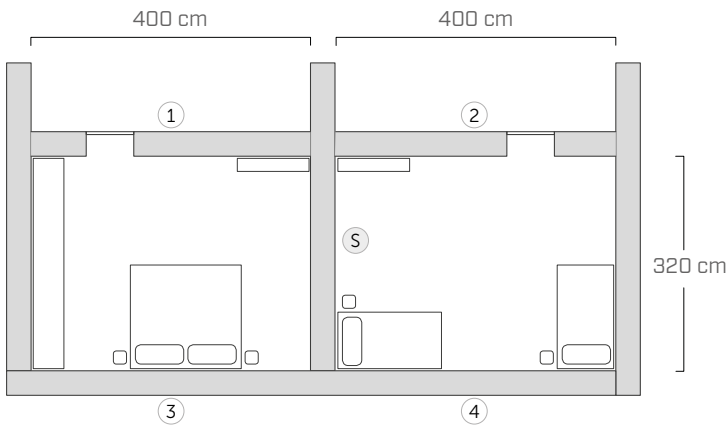
Come anticipato, la serie delle norme EN ISO 12354 fornisce due metodi per il calcolo della prestazione di una partizione: il metodo dettagliato ed il metodo semplificato.

Per quanto concerne l'isolamento aereo, il metodo di calcolo semplificato stima il potere fonoisolante apparente come valore unico sulla base delle prestazioni acustiche degli elementi coinvolti nel giunto. A seguire, si riporta un esempio di calcolo del potere fonoisolante apparente fra due stanze adiacenti.

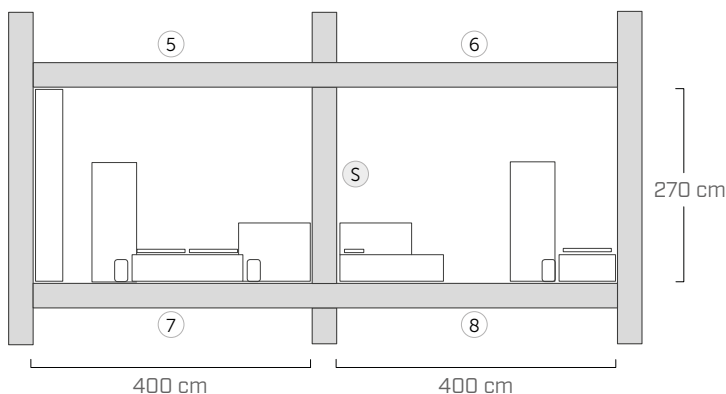
Per determinare la prestazione acustica di una partizione a partire dalla prestazione dei suoi componenti, occorre conoscere per ogni elemento del giunto:

- la geometria della partizione (S)
- le proprietà acustiche della partizione (R_w)
- l'accoppiamento fra elementi strutturali (K_{ij})
- le caratteristiche delle stratigrafie della partizione

PIANTA



SEZIONE



CARATTERISTICHE DELLE PARTIZIONI

PARETE DI SEPARAZIONE (S)

25 mm	cartongesso
50 mm	lana minerale
75 mm	X-LAM
50 mm	lana minerale
25 mm	cartongesso

PARETI INTERNE (1)

12,5 mm	gessofibra
78 mm	X-LAM
12,5 mm	gessofibra

PARETI INTERNE (2)

75 mm	X-LAM
50 mm	lana minerale
25 mm	cartongesso

PARETI ESTERNE (3) (4)

6 mm	intonaco
60 mm	pannello in fibra di legno
160 mm	lana minerale
90 mm	X-LAM
70 mm	listelli in abete
50 mm	lana minerale
15 mm	cartongesso
25 mm	cartongesso

SOLAI (5) (6) (7) (8)

70 mm	massetto cementizio
0,2 mm	membrana in PE
30 mm	anticalpestio
50 mm	sottofondo (sciolto)
140 mm	X-LAM
60 mm	lana minerale
15 mm	cartongesso

I dati sulla caratterizzazione acustica delle partizioni sono stati presi da DataHolz.

www.dataholz.com

CALCOLO DELLE COMPONENTI DI TRASMISSIONE DIRETTA E LATERALE

Il potere fonoisolante apparente è dato dal contributo della componente diretta e dei percorsi di trasmissione laterale calcolati secondo la seguente equazione:

$$R'_w = -10 \log \left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^n 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right] (dB)$$

Considerando solo i percorsi di trasmissione del primo ordine, per ogni combinazione di partizioni i-j ci sono tre percorsi di trasmissione laterale, per un totale di 12 Rij calcolati secondo l'equazione:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} (dB)$$

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Il metodo semplificato ha il vantaggio indiscusso di fornire uno strumento semplice e veloce per stimare l'isolamento acustico in opera.

D'altra parte la sua applicazione risulta piuttosto critica per le strutture in X-LAM in quanto lo smorzamento attraverso i giunti è fortemente influenzato dalla caratterizzazione dell'assemblaggio e meriterebbe una modellazione dedicata. Inoltre, i pannelli in X-LAM forniscono bassi valori di isolamento alle basse frequenze, quindi l'uso di valori unici può restituire risultati poco rappresentativi della prestazione degli elementi in bassa frequenza. Pertanto per un'analisi previsionale accurata si consiglia di utilizzare il metodo dettagliato.

Nell'esempio riportato, l'isolamento acustico per sola trasmissione diretta fornisce un R_w di 53 dB, mentre considerando i contributi della trasmissione laterale, R'_w scende a 51 dB.

$$R'_w = 51 \text{ dB} \quad R_w = 53 \text{ dB}$$

CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE PARTIZIONI

Percorso di trasmissione	S [m²]	R _w [dB]	m' [kg/m²]
S	8,64	53	69
1	10,8	38	68
2	10,8	49	57
3	10,8	55	94
4	10,8	55	94
5	12,8	63	268
6	12,8	63	268
7	12,8	63	268
8	12,8	63	268

CALCOLO DI R_{ij}

Percorso di trasmissione	R _{ij} [dB]	Percorso di trasmissione	R _{ij} [dB]
1-S	60	S-6	83
3-S	68	S-8	75
5-S	83	1-2	64
7-S	75	3-4	77
S-2	66	5-6	75
S-4	68	7-8	75

CARATTERIZZAZIONE DEI GIUNTI

GIUNTO 1-2-S

Giunto a X
dettaglio 12

GIUNTO 3-4-S

Giunto a T,
dettaglio 5

GIUNTO 5-6-S

Giunto a X con profilo resiliente
dettaglio 43

GIUNTO 7-8-S

Giunto a X con profilo resiliente
dettaglio 43

Scarica tutta la documentazione relativa al progetto dal sito www.rothoblaas.it

GIUNTO A T | PARETI PERIMETRALI

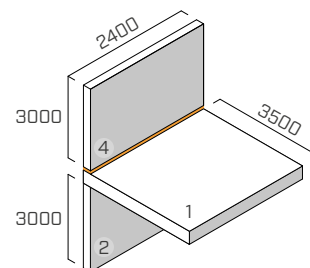
EN ISO 10848-1/4

STRUTTURA

parete superiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

solaio: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)

parete inferiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)



SISTEMA DI FISSAGGIO

6 viti a filetto parziale **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), passo 440 mm

2 angolari **NINO** (NINO15080) con profilo resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, passo 1760 mm

schema di fissaggio su X-LAM: 31 viti 5 x 50 mm

PROFILO RESILIENTE

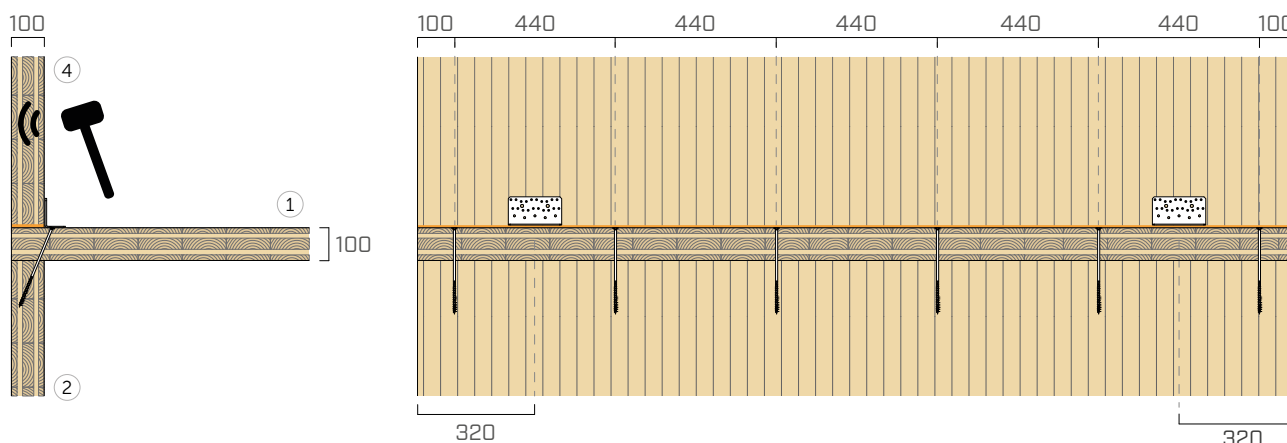
PIANO A

posizione: tra la parete superiore e il solaio

dimensioni: larghezza = 100 mm spessore = 6 mm lunghezza = 2,40 m

area di contatto: striscia continua (stessa larghezza della parete)

carico applicato [kN/m²]: 125



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{14} [dB]	13,5	19,0	13,3	13,4	15,4	17,5	17,8	14,9	19,3	18,5	24,8	26,2	22,6	20,8	21,0	21,6

$$\overline{K_{14}} = 18,7 \text{ dB}$$

$$\overline{K_{14,0}} = 14,4 \text{ dB}$$

$$\Delta_{l,14} = 4,4 \text{ dB}$$

f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{12} [dB]	15,1	18,5	13,2	10,1	14,2	12,0	13,0	10,0	13,9	10,9	15,0	15,4	16,6	17,8	18,0	20,0

$$\overline{K_{12}} = 13,9 \text{ dB}$$

$$\overline{K_{12,0}} = 14,6 \text{ dB}$$

$$\Delta_{l,12} = -0,7 \text{ dB}$$

f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{24} [dB]	15,1	25,5	23,3	22,1	17,9	20,9	17,3	16,9	21,3	25,1	30,0	32,6	30,7	31,8	31,4	31,0

$$\overline{K_{24}} = 24,3 \text{ dB}$$

$$\overline{K_{24,0}} = 20,4 \text{ dB}$$

$$\Delta_{l,24} = 3,9 \text{ dB}$$

GIUNTO A T | PARETI PERIMETRALI

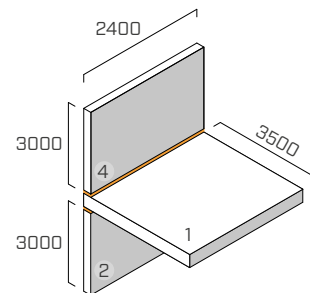
EN ISO 10848-1/4

STRUTTURA

parete superiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)

solaio: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3,5 m)

parete inferiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (2,4 m x 3 m)



SISTEMA DI FISSAGGIO

6 viti a filetto parziale **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), passo 440 mm

2 angolari **NINO** (NINO15080) con profilo resiliente **XYLOFON PLATE** (XYL3555150), 146 x 55 x 77 x 2,5 mm, passo 1760 mm

schema di fissaggio su X-LAM: 31 viti 5 x 50

PROFILO RESILIENTE

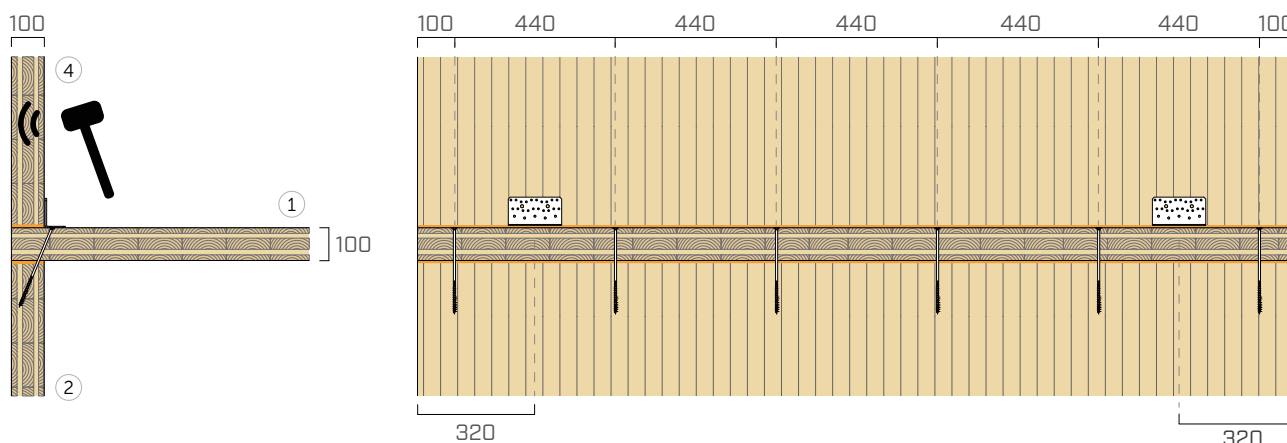
PIANO C

posizione: tra la parete superiore e il solaio + tra il solaio e la parete inferiore

dimensioni: larghezza = 100 mm spessore = 6 mm lunghezza = 2,40 m

area di contatto: striscia continua (stessa larghezza della parete)

carico applicato [kN/m²]: 1300



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{14} [dB]	15,5	16,0	16,1	17,7	16,9	19,1	18,0	16,6	17,6	18,8	17,1	19,1	19,8	16,1	17,8	21,1

$$\overline{K}_{14} = 17,6 \text{ dB}$$

$$\overline{K}_{14,0} = 13,3 \text{ dB}$$

$$\Delta_{l,14} = 4,3 \text{ dB}$$

f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{12} [dB]	16,4	17,2	12,6	18,4	16,5	16,3	19,2	14,9	17,1	17,5	16,1	19,8	23,6	19,3	21,1	26,5

$$\overline{K}_{12} = 17,6 \text{ dB}$$

$$\overline{K}_{12,0} = 14,5 \text{ dB}$$

$$\Delta_{l,12} = 3,1 \text{ dB}$$

f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{24} [dB]	15,4	26,0	18,0	20,1	21,5	23,4	21,3	16,4	19,3	23,5	23,5	31,1	30,3	30,4	31,7	29,7

$$\overline{K}_{24} = 23,4 \text{ dB}$$

$$\overline{K}_{24,0} = 17,3 \text{ dB}$$

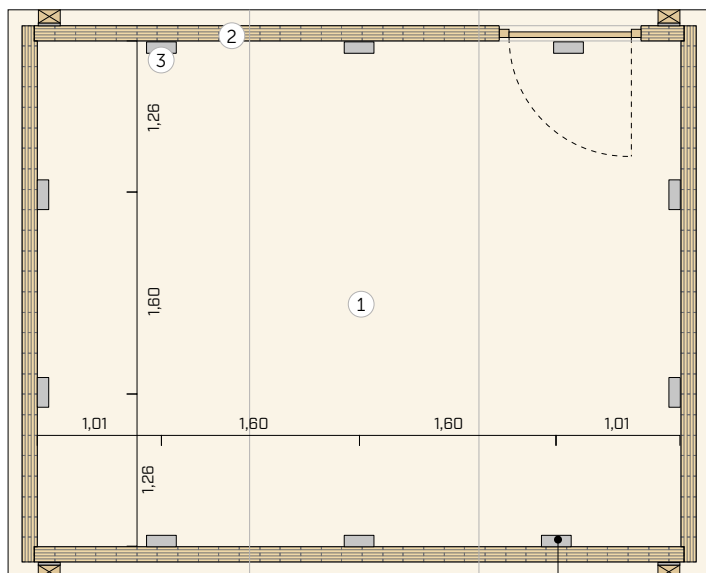
$$\Delta_{l,24} = 6,1 \text{ dB}$$

SOLUZIONI PER SOLAI LEGGERI

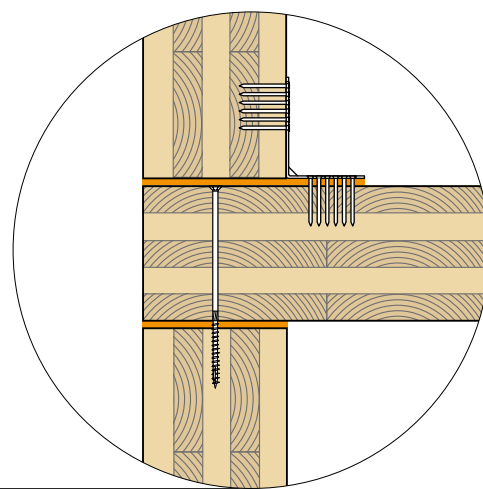
PIANO A è un profilo resiliente che lavora con carichi ridotti, che può essere utilizzato per ridurre le vibrazioni anche nei solai con poca massa costruttiva.

La sua efficacia è stata testata presso l'Università di Innsbruck anche come profilo desolidarizzante per nervature in solai a secco.

SET UP

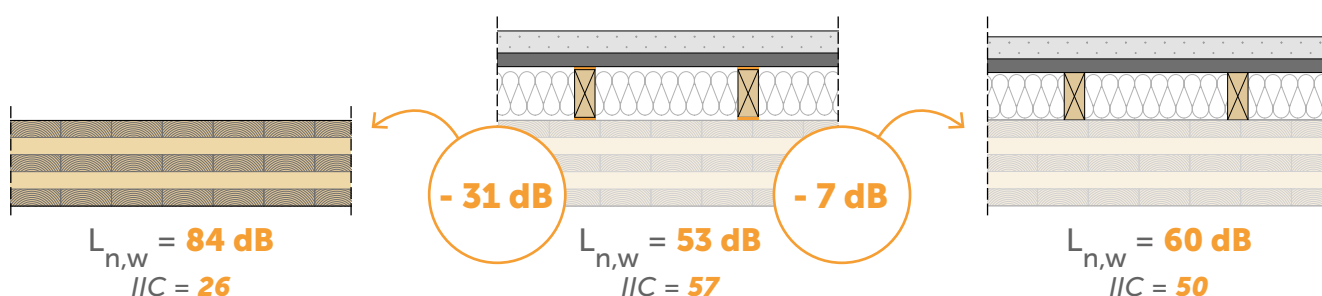


La stanza ricevente e quella emittente hanno una superficie calpestabile di 21,5 m² (5,24 m di lunghezza; 4,10 m di larghezza). Il volume della stanza trasmittente è 53,0 m³, mentre quello della stanza ricevente 85,0 m³.



aggiunta del sistema a secco
con **PIANO**

aggiunta del sistema a secco
senza **PIANO**

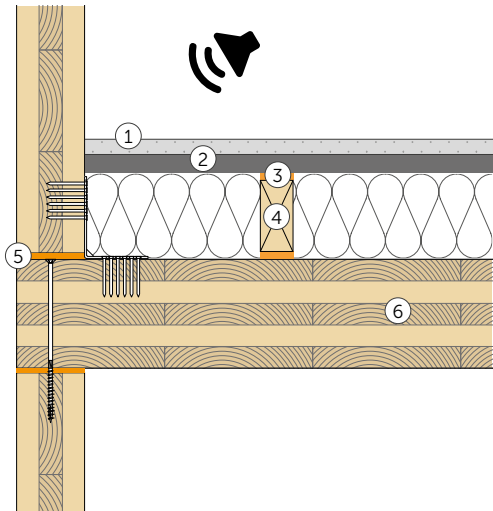


MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO 1

ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA
NORMATIVA DI RIFERIMENTO ISO 16283-1

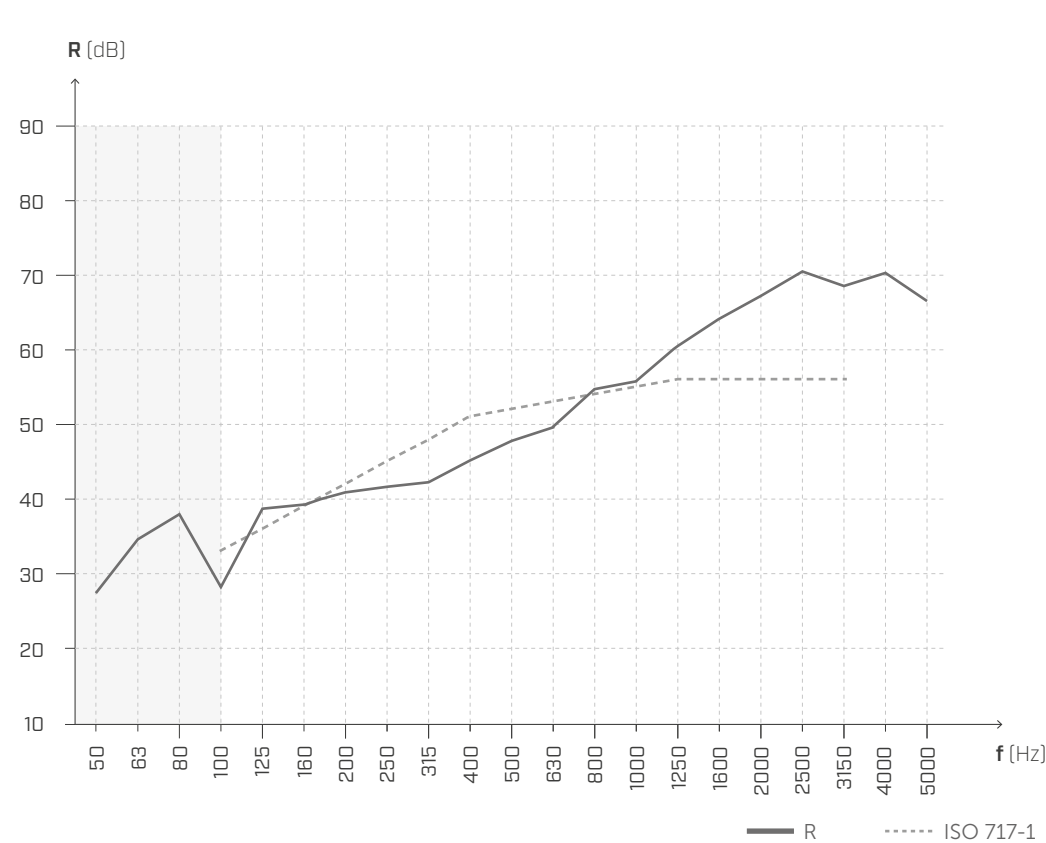
SOLAIO

Superficie = 21,5 m²
 Massa = 167 kg/m²
 Volume stanza ricevente = 75,52 m³



- ① pannello in gesso-fibra rinforzato (44 kg/m²) (s: 32 mm)
- ② pannello in sabbia e cartone ad alta densità (34,6 kg/m²) (s: 30 mm)
- ③ **PIANO A**
- ④ listello in legno 50 x 100 mm
- ⑤ **XYLOFON - XYL35**
- ⑥ X-LAM (s: 160 mm)

ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA



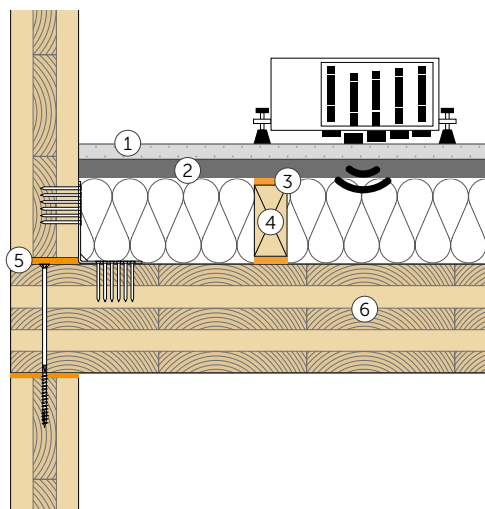
f [Hz]	R [dB]
50	27,2
63	34,7
80	37,9
100	27,9
125	38,7
160	39,3
200	40,8
250	41,6
315	42,2
400	45,1
500	47,7
630	49,5
800	54,6
1000	55,7
1250	60,4
1600	64,0
2000	67,1
2500	70,4
3150	68,4
4000	70,2
5000	66,5

$$R_w (C;C_{tr}) = \mathbf{52 (0; -7) dB}$$

MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO 2

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ISO 10140-3



SOLAIO

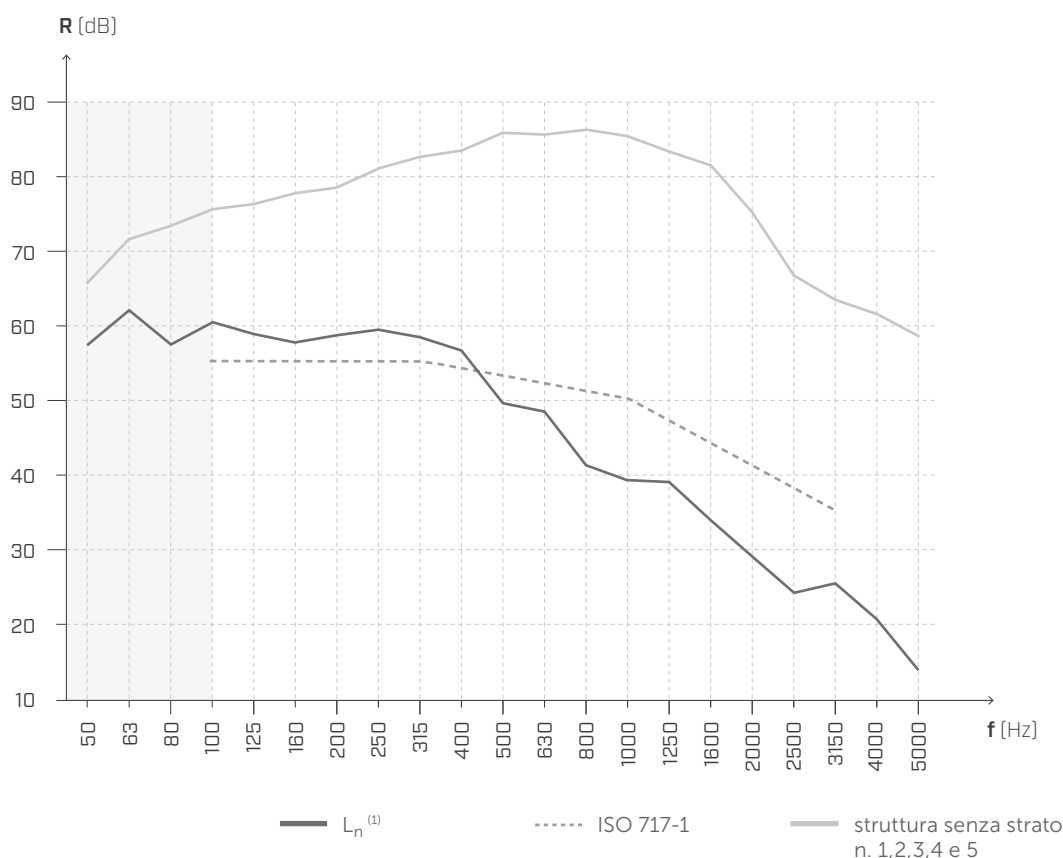
Superficie = 21,5 m²

Massa = 167 kg/m²

Volume stanza ricevente = 75,52 m³

- ① pannello in gesso-fibra rinforzato (44 kg/m²) (s: 32 mm)
- ② pannello in sabbia e cartone ad alta densità (34,6 kg/m²) (s: 30 mm)
- ③ **PIANO A**
- ④ listello in legno 50 x 100 mm
- ⑤ **XYLOFON - XYL35**
- ⑥ X-LAM (s: 160 mm)

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO



f [Hz]	$L_n^{(1)}$ [dB]
50	57,1
63	62,1
80	57,3
100	60,8
125	58,8
160	57,2
200	58,6
250	59,4
315	58,2
400	56,6
500	49,6
630	48,4
800	41,2
1000	39,2
1250	39,0
1600	34,6
2000	29,0
2500	24,9
3150	25,4
4000	21,9
5000	13,0

$$L'_{n,w}(C_l) = \mathbf{53 (-1) dB}$$

$$\Delta L'_{n,w} = -31 dB$$

$$IIC = \mathbf{57}$$

$$\Delta IIC = 31$$

Laboratorio di prova: Universität Innsbruck 0Arbeitsbereich für Holzbau 0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.

Protocollo di prova: M02_L_220906_Balkenaufbau-Entkoppelung_oben_unten.

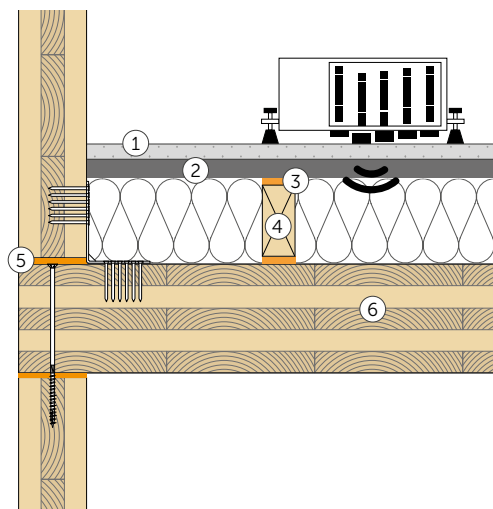
NOTE:

(1) Decremento dovuto all'aggiunta dello strato 3 e 5.

MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO 2 - ANALISI COMPARATIVA

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ISO 10140-3



SOLAIO

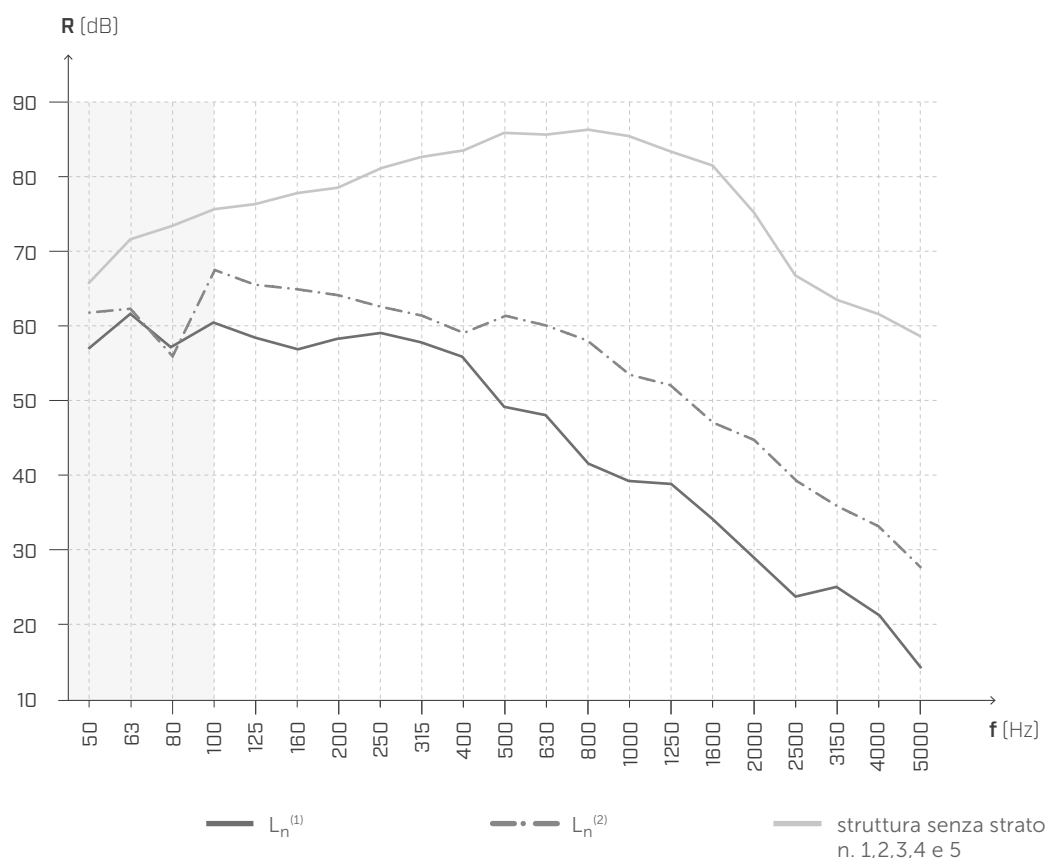
Superficie = 21,5 m²

Massa = 167 kg/m²

Volume stanza ricevente = 75,52 m³

- ① pannello in gesso-fibra rinforzato (44 kg/m²)(s: 32 mm)
- ② pannello in sabbia e cartone ad alta densità (34,6 kg/m²) (s: 30 mm)
- ③ **PIANO A**
- ④ listello in legno 50 x 100 mm
- ⑤ **XYLOFON - XYL35**
- ⑥ X-LAM (s: 160 mm)

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO



f [Hz]	L _n ⁽¹⁾ [dB]	L _n ⁽²⁾ [dB]
50	57,1	62,3
63	62,1	62,7
80	57,3	56,2
100	60,8	68,2
125	58,8	66,7
160	57,2	66,1
200	58,6	65,4
250	59,4	63,5
315	58,2	62,6
400	56,6	59,7
500	49,6	61,8
630	48,4	60,5
800	41,2	58,0
1000	39,2	54,2
1250	39,0	52,5
1600	34,6	47,8
2000	29,0	45,4
2500	24,9	39,4
3150	25,4	36,9
4000	21,9	34,8
5000	13,0	27,3

$$L'_{n,w}(C_l)^{(1)} = 53 (-1) \text{ dB}$$

$$IIC = 57$$

Solaio a secco senza PIANO

$$L'_{n,w}(C_l)^{(2)} = 60 (-1) \text{ dB}$$

$$IIC = 50$$

Laboratorio di prova: Universität Innsbruck 0Arbeitsbereich für Holzbau 0Technikerstraße 13A - 602 Innsbruck.
Protocollo di prova: M02_L_220906_Balkenaufbau-Entkoppelung_oben_unten.

NOTE:

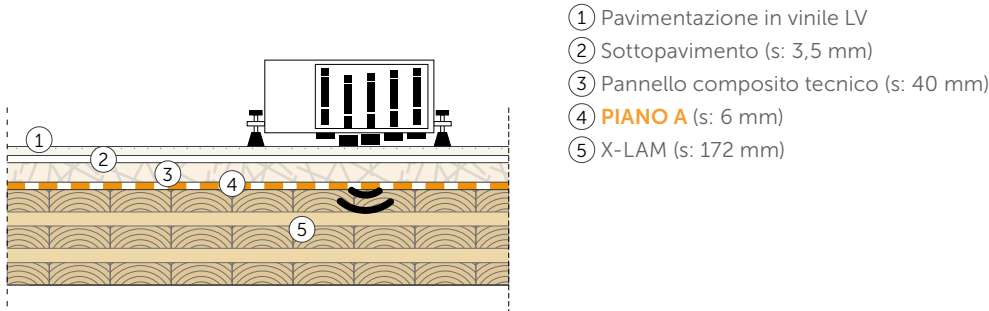
(1) Decremento dovuto all'aggiunta dello strato 3 e 5.

(2) Incremento dovuto all'assenza degli strati 3 e 5.

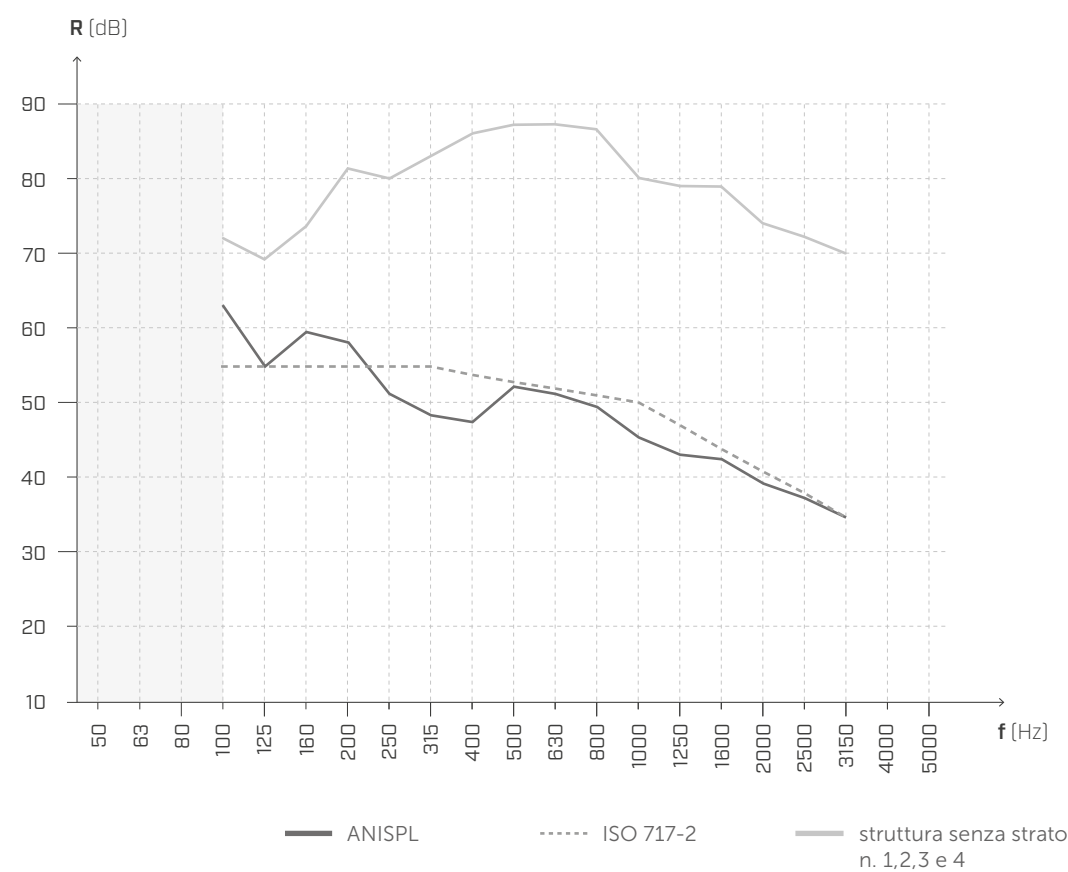
MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO IN X-LAM 3

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO
NORMATIVE DI RIFERIMENTO ASTM E1007 E ISO 717-2

SOLAIO
Volume stanza ricevente = 45 m³



ISOLAMENTO DAL RUMORE DA CALPESTIO



f [Hz]	ANISPL [dB]
50	-
63	-
80	-
100	63
125	55
160	59
200	57
250	51
315	48
400	47
500	52
630	51
800	49
1000	46
1250	44
1600	43
2000	39
2500	37
3150	35
4000	-
5000	-

AIIC = 57
L_{n,w} = 53 dB

AIIC = 31
L_{n,w} = 31 dB

Laboratorio di prova: Québec testing facility
Data di misura: 22/05/2025
Protocollo di prova: T15_2025

NOTE:
(1) Decremento dovuto all'aggiunta dello strato 1,2,3 e 4.

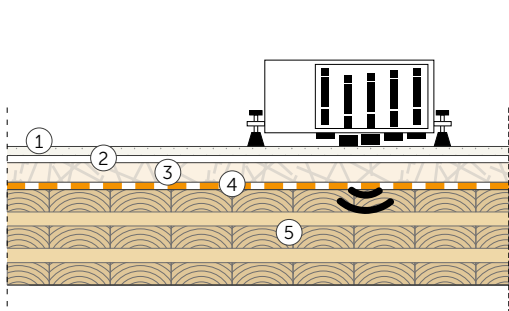
MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO IN X-LAM 4

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO

NORMATIVE DI RIFERIMENTO ASTM E1007 E ISO 717-2

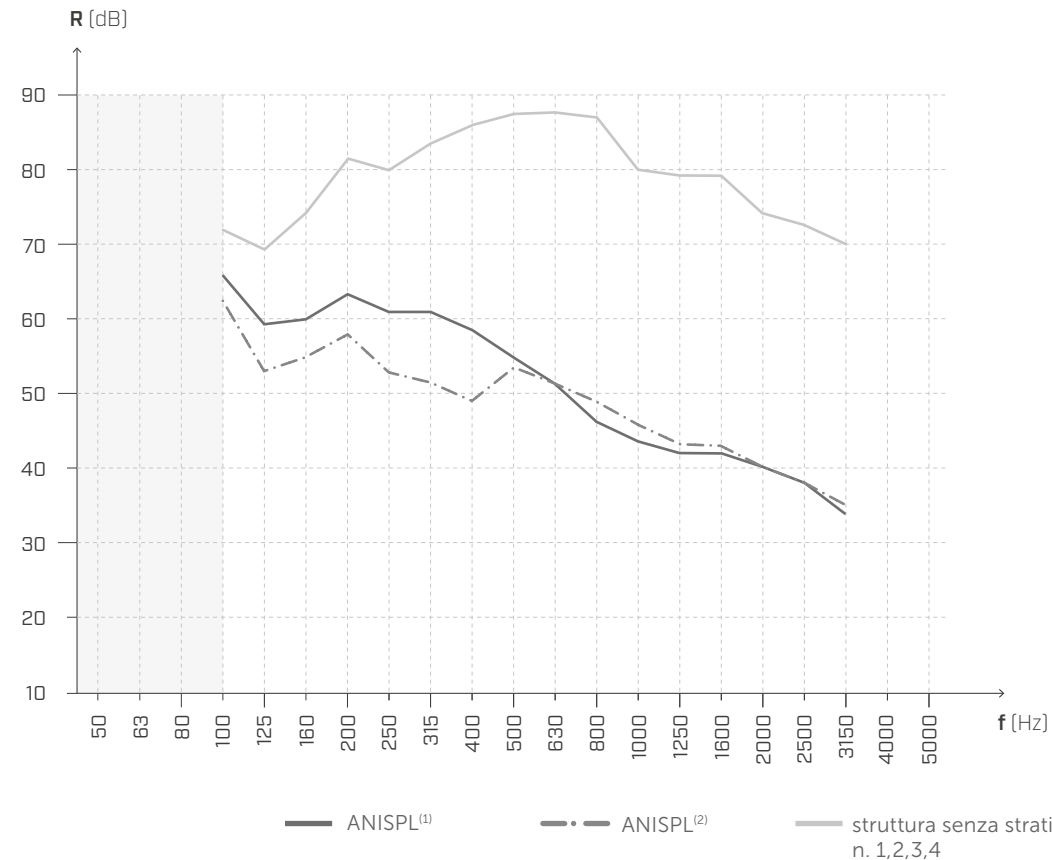
SOLAIO

Volume stanza ricevente = 45 m³



- ① Pavimentazione in vinile LV
- ② Sottopavimento (s: 3,5 mm)
- ③ Pannello composito tecnico (s: 40 mm)
- ④ **PIANO B** (s: 6 mm)
- ⑤ X-LAM (s: 172 mm)

ISOLAMENTO DAL RUMORE DA CALPESTIO



f [Hz]	ANISPL ⁽¹⁾ [dB]	ANISPL ⁽²⁾
50	-	-
63	-	-
80	-	-
100	66	62
125	59	54
160	60	55
200	64	58
250	61	53
315	61	51
400	58	49
500	55	54
630	51	52
800	46	49
1000	44	46
1250	43	44
1600	43	44
2000	40	40
2500	38	38
3150	34	35
4000	-	-
5000	-	-

AIIC = **54**

$L_{n,w}^{(1)} = \mathbf{56\ dB}$

AIIC = **58**

$L_{n,w}^{(2)} = \mathbf{52\ dB}$

Laboratorio di prova: Québec testing facility
Data di misura: 22/05/2025
Protocollo di prova: T15_2025

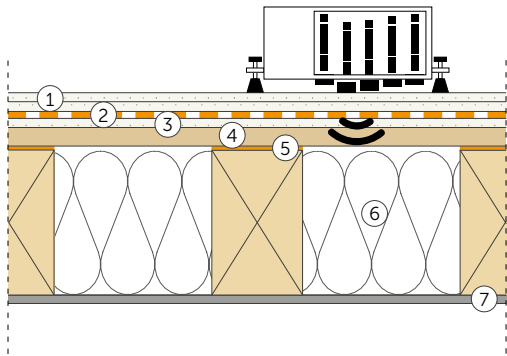
NOTE:
(1) Risultato in assenza strato n.2
(2) Risultato stratigrafia completa

MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO A TELAIO 1

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO
NORMATIVE DI RIFERIMENTO EN ISO 10140-3 E ISO 717-2

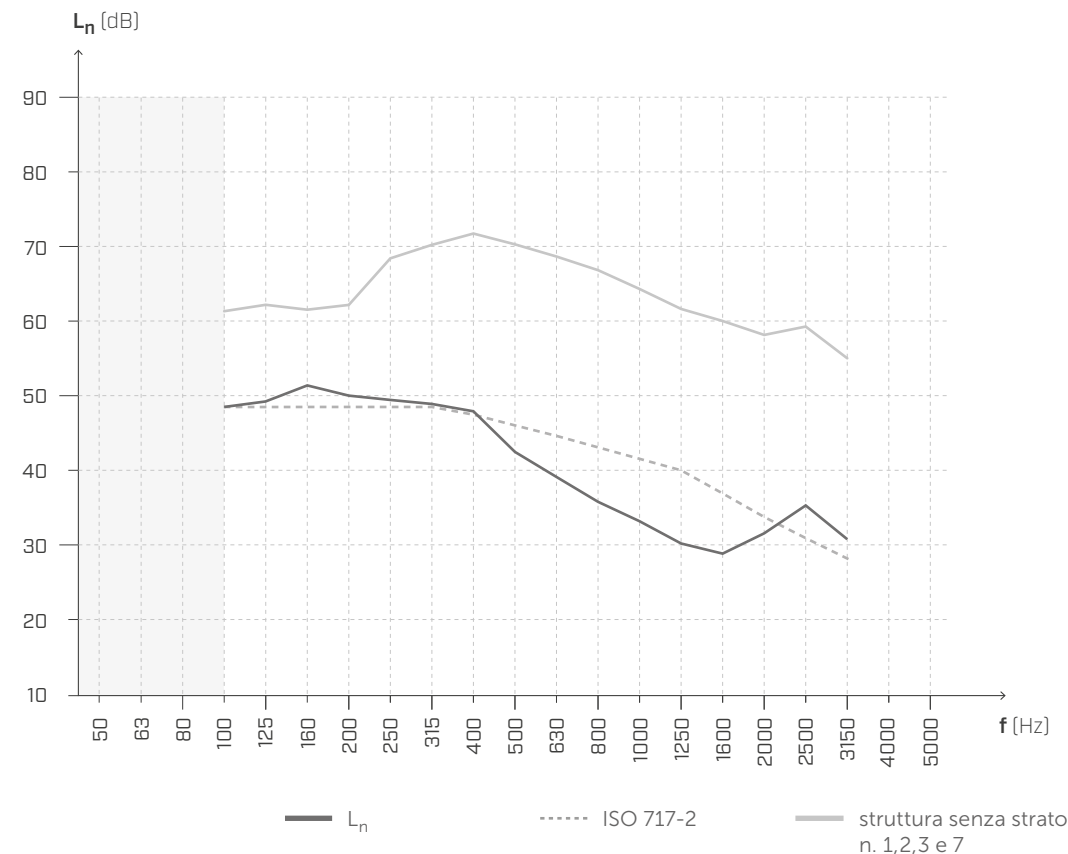
SOLAIO

Superficie = 11,5 m²
Volume stanza ricevente = 86 m³



- ① 2 Pannelli in gessofibra (s: 15 + 15 mm) (1200 kg/m³)
- ② **SILENT FLOOR NET 3D** (s: 20 mm)
- ③ Pannello in gessofibra (s: 15 mm) (1200 kg/m³)
- ④ Pannello in OSB (s: 18 mm)
- ⑤ **PIANO A**
- ⑥ Telaio in legno (s: 180 mm)
montanti in legno 120 x 180 mm
1 x lana di roccia (s: 120 mm) (60 kg/m³)
1 x lana di roccia (s: 60 mm) (40 kg/m³)
- ⑦ Pannello in cartongesso (s: 12,5 mm) (1024 kg/m³)

ISOLAMENTO DAL RUMORE DA CALPESTIO



f	L _n
[Hz]	[dB]
50	-
63	-
80	-
100	48,1
125	49,3
160	51,9
200	50,3
250	49,9
315	48,7
400	47,3
500	43,8
630	39,9
800	36,2
1000	34,0
1250	30,7
1600	28,8
2000	31,5
2500	35,5
3150	30,5
4000	-
5000	-

$L_{n,w}(Cl) = 45 \text{ dB}$

$IIC = 65$

$\Delta L_{n,w} = -23 \text{ dB}$

$\Delta IIC = 23$

Laboratorio di prova: CSI Milano
Data di misura: 01/09/2025

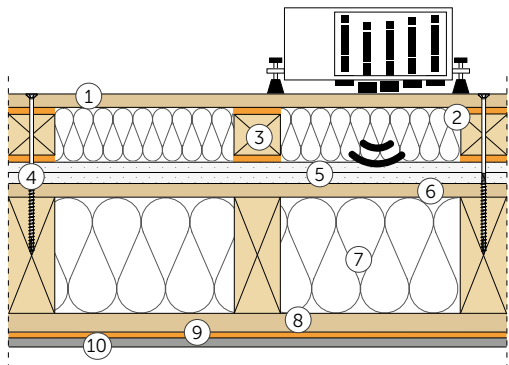
Protocollo di prova: M10_2025

MISURAZIONE IN LABORATORIO | SOLAIO A TELAIO 2

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO
NORMATIVE DI RIFERIMENTO ISO 10140-2 E EN ISO 717-2

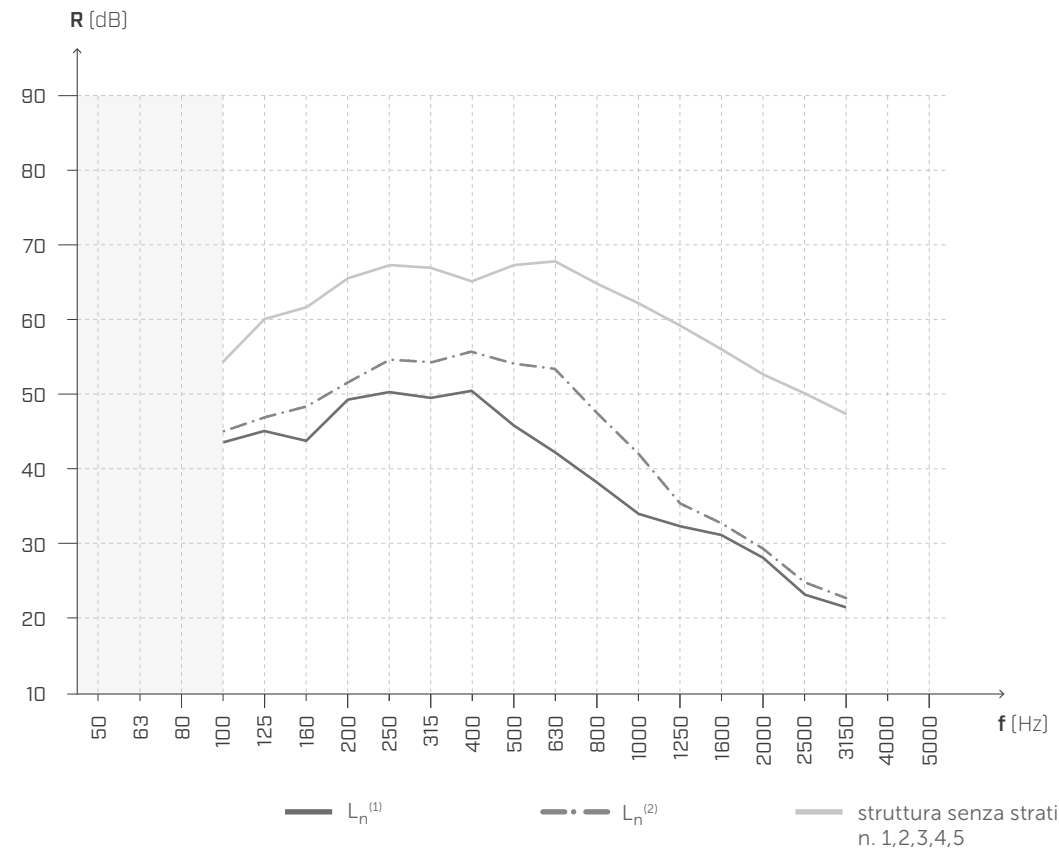
SOLAIO

Volume dell'ambiente ricevente = 45 m³



- ① Pannello in OSB (s: 18 mm)
- ② **PIANO A** (s: 6 mm)
- ③ Listelli in legno 60 x 60 mm
- ④ HBS6160
- ⑤ 2 Pannelli in gessofibra (s: 15 + 15 mm) (1200 kg/m³)
- ⑥ Pannello in OSB (s: 18 mm)
- ⑦ Telaio in legno (s: 180 mm)
montanti in legno 120 x 180 mm
1 x lana di roccia (s: 120 mm) (60 kg/m³)
1 x lana di roccia (s: 60 mm) (40 kg/m³)
- ⑧ Listelli in legno 24 x 48 mm
- ⑨ **SILENT WALL BYTUM SA** (s: 4 mm)
- ⑩ Pannello in cartongesso (s: 12,5 mm) (1024 kg/m³)

ISOLAMENTO DAL RUMORE DA CALPESTIO



f	L _n ⁽¹⁾	L _n ⁽²⁾
[Hz]	[dB]	[dB]
50	-	-
63	-	-
80	-	-
100	45,5	44,2
125	46,9	45,1
160	48,4	44,4
200	51,6	49,3
250	54,8	50,1
315	54,3	49,2
400	55,5	50,3
500	54,8	46,4
630	54,0	42,4
800	47,4	38,1
1000	41,5	34,9
1250	35,6	32,9
1600	32,9	31,6
2000	29,6	28,1
2500	24,5	23,4
3150	22,1	21,3
4000	-	-
5000	-	-

$L_{n,w}^{(1)} = 49 \text{ dB}$

$L_{n,w}^{(2)} = 42 \text{ dB}$

$IIC = 61$

$IIC = 68$

Laboratorio di prova: CSI Milano
Data di misura: 01/09/2025
Protocollo di prova: T18

NOTE:
(1) Valore dovuto all'aggiunta del fissaggio, strato n. 4
(2) Decremento dovuto all'assenza del fissaggio, strato n. 4

Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | 39040, Cortaccia (BZ) | Italia
Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84
info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.it

